

Universität Konstanz  
FB Informatik und Informationswissenschaft  
Master-Studiengang Information Engineering

## Masterarbeit

Entwicklung von Interaktionskonzepten zur Erstellung von  
wissenschaftlichen Arbeiten an einem interaktiven Tisch

*zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Master of Science (M.Sc.)*

**Studienfach:** Information Engineering  
**Schwerpunkt:** Interactive Systems  
**Themengebiet:** Mensch-Computer-Interaktion

*von*

**Ingo Hofmann**

(01/853492)

Erstgutachter: Prof. Dr. Harald Reiterer  
Zweitgutachter: Jun.-Prof. Dr. Tobias Schreck  
Betreuer: Christoph Gebhardt  
Einreichung: 11. September 2014

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe. Die Stellen, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinne nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Falle durch Angaben der Quelle, auch der benutzten Sekundärliteratur, als Entlehnung kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde zur Erlangung eines akademischen Grades vorgelegt.

Ingo Hofmann

Konstanz, 11. September 2014

## Zusammenfassung

Diese Thesen befasst sich mit der Frage, wie die Erarbeitung eines Manuskriptes für eine wissenschaftliche Arbeit in der Bibliothek der Zukunft unterstützt werden kann, indem die inhärenten Vorteile von vertikalen und horizontalen Displays nutzbar gemacht werden. Dazu wurde zunächst die übliche Arbeitsweise von Wissensarbeitern untersucht. Auf dieser Basis wurden Schlüsselanforderungen an ein zu entwickelndes System definiert. Anschließend wurde analysiert, welche Erkenntnisse aus bestehenden Arbeiten darüber vorliegen, wie im Kontext der Erstellung von wissenschaftlichen Arbeiten vertikale und horizontale Displays sinnvoll angewendet werden können und welche Eingabemethoden, wie etwa Touch-Gesten oder digitale Stifte, diesen Arbeitsprozess effizient unterstützen. Darauf aufbauend wurden Konzepte für ein System entwickelt, welches einen interaktiven Schreibtisch mit einem vertikalen Display kombiniert. Eine zusätzliche Visualisierung des zu erstellenden Dokumentes auf der horizontalen Fläche unterstützt bei der Erarbeitung einer Gliederung und vereinfacht die Strukturierung von Informationen. Diese Konzepte wurden prototypisch umgesetzt und nach einer mehrstufigen Expertenbeurteilung verbessert. Abschließend konnte anhand einer empirischen Evaluation gezeigt werden, dass das entwickelte System eine gute Usability aufweist und von Zielgruppenbenutzern als hilfreich empfunden wurde. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die meisten Probanden die Nutzung eines zweiten vertikalen Monitors einem interaktiven Tisch vorziehen würden.

## Abstract

This thesis deals with the question of how to support the development of a thesis' manuscript in the library of the future by utilizing the inherent advantages of vertical and horizontal displays. To start with, the usual working methods of knowledge workers were examined in order to define key requirements for an interactive system to be developed. Following this, findings from related work about how to apply vertical and horizontal displays in the context of writing scientific papers and how various input methods, such as gestures or digital pens, can support the work process efficiently are presented. Based on this analysis, new concepts for a system which combines an interactive desk with a vertical display were developed. The focus was on an additional visualization of the document to be edited on a horizontal display that supports and simplifies the outline and structuring of scientific documents. These concepts had been implemented prototypically and got improved during an iterative expert user study. A final empirical evaluation showed that the developed system has a good usability and was considered helpful by target group users. Furthermore, it was found that most users of the system prefer the use of a second vertical display rather than an interactive table.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung .....	2
1.2	Zielsetzung .....	4
1.3	Aufbau der Arbeit .....	4
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1	Post-WIMP User Interfaces .....	6
2.1.1	Reality-Based Interaction.....	7
2.1.2	Blended Interaction .....	8
2.2	Interaktive Tische.....	10
<b>3</b>	<b>Anforderungsanalyse</b>	<b>13</b>
3.1	Interviews.....	13
3.2	Umfrage zur Blended Library .....	15
3.3	Schlüsselanforderungen .....	16
3.3.1	Dokument gliedern.....	17
3.3.2	Literaturquellen einbinden .....	17
3.3.3	Aufgaben und Notizen verwalten.....	18
3.3.4	Verfassen.....	19
<b>4</b>	<b>Verwandte Arbeiten</b>	<b>20</b>
4.1	Das Arbeiten an interaktiven Tischen .....	20
4.1.1	Feldstudien .....	20
4.1.2	Horizontale und vertikale Interaktionsflächen .....	22
4.1.3	Interaktionskonzepte bei großen Displays .....	24
4.2	Vergleich verschiedener Eingabegeräte .....	26
4.2.1	Maus, Stift und Touch.....	26
4.2.2	HybridPointing.....	29
4.2.3	Texteingabe .....	30
<b>5</b>	<b>Entwickelte Konzepte</b>	<b>32</b>
5.1	Aufbau.....	32
5.2	Stiftinteraktion .....	35
5.3	Dokumentstrukturansicht .....	37
5.4	Zitate einbinden.....	39

## Inhaltsverzeichnis

---

5.5	Notizen.....	42
5.5.1	Geplanter Inhalt.....	42
5.5.2	Aufgaben.....	43
5.6	Arbeitskontext wiederherstellen.....	44
<b>6</b>	<b>Evaluation</b>	<b>46</b>
6.1	Erster Design-Walkthrough.....	46
6.2	Auswahl des Settings.....	49
6.3	Expertenstudie.....	51
6.3.1	Teilnehmer.....	51
6.3.2	Ablauf.....	52
6.4	Bewertung der Experten.....	56
6.4.1	Aussagen zum Setting und zur Funktionalität.....	56
6.4.2	Usability-Probleme.....	57
6.4.3	Ideen zur Erweiterung der Funktionalität.....	60
6.5	Usability-Test.....	62
6.5.1	Ablauf.....	63
6.5.2	Teilnehmer.....	65
6.5.3	Ergebnisse.....	66
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerung</b>	<b>71</b>
7.1	Ergebnis der Arbeit.....	71
7.2	Zukünftige Arbeiten.....	72
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>77</b>
	<b>Anhang</b>	<b>86</b>
A.	Usability-Test: Begrüßungsschreiben.....	86
B.	Usability-Test: Umfragebogen.....	87
C.	Inhalt der DVD.....	91

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Living Lab: Konzept eines Arbeitsplatzes in der Blended Library.....	2
Abbildung 2. InteracTable als Beispiel eines Post-WIMP User Interfaces (Streitz et al., 1999). .....	7
Abbildung 3. Die vier Leitmotive der Reality-Based Interaction (Jacob et al., 2008).....	8
Abbildung 4. Framework der Blended Interaction (Jetter et al., 2014). .....	9
Abbildung 5. Architektur eines typischen interaktiven Tisches mit Deckenprojektor am Beispiel des EnhancedDesk (Koike et al., 2001). .....	11
Abbildung 6. Idee des PlayAnywhere (Wilson, 2005). .....	11
Abbildung 7. Touch-Unterstützung bei Tabletop-Systemen durch Infrarot am Beispiel der HoloWall (Matsushita & Rekimoto, 1997).....	12
Abbildung 8. Microsoft Word-Plug-In von Citavi zum Hineinziehen von Literaturverweisen. ....	18
Abbildung 9. Hardy beim Arbeiten an einem interaktiven Tisch (Hardy, 2012).....	21
Abbildung 10. Curve, welches horizontale und vertikale interaktive Oberflächen kombiniert (Wimmer et al., 2010). .....	23
Abbildung 11. Drag-and-Pop: Ziehen von Objekten über lange Strecken (Robertson et al., 2005). .....	24
Abbildung 12. Arbeiten mit dem Kimura-System (Voida et al., 2002). .....	25
Abbildung 13. Digitale Skizze auf realem Papier im System Shared Design Space (Haller et al., 2006). .....	27
Abbildung 14. Dokumentenbearbeitung auf einem Tabletop mit kombinierter Touch- und Stiftinteraktion (Matulic & Norrie, 2013).....	28
Abbildung 15. Umschalten zwischen absoluter und relativer Eingabe beim HybridPointing (Forlines et al., 2006). .....	29
Abbildung 16. Beispiel eines Layboard (Kuno et al., 2013).....	31
Abbildung 17. Blick auf den Prototyp. ....	33
Abbildung 18. Schichten des interaktiven Schreibtisches (Gebhardt, Oktober 2013).....	34
Abbildung 19. Scythe USB Foot Switch 2 Double.....	36
Abbildung 20. Angewendetes Drei-Zustände-Interaktions-Modell.....	36
Abbildung 21. Dokumentstrukturansicht.....	38
Abbildung 22. Zuweisung eines direkten Zitates zu einem Dokumentabschnitt.....	40
Abbildung 23. Seitliche Leiste innerhalb eines Word-Dokumentes zum Einfügen unbenutzter Zitate. ....	41
Abbildung 24. Auflistung der Inhaltsnotizen eines Abschnittes.....	42
Abbildung 25. Zuweisung einer Aufgabennotiz zu einem Abschnitt per Drag-and-Pop. ....	44
Abbildung 26. Anzeige des Arbeitskontextes eines Abschnittes.....	45
Abbildung 27. Früheres Aussehen der Dokumentstrukturansicht. ....	47
Abbildung 28. Früheres Aussehen der Leiste mit unbenutzten Zitaten. ....	48
Abbildung 29. Installation des Prototyps auf einem Samsung SUR40.....	50
Abbildung 30. Ablauf einer Expertenevaluationssitzung. ....	53

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 31. Dokumentstrukturansicht vor (links) und nach (rechts) der Usability Inspection. ....	59
Abbildung 32. Dialog für das Erstellen eines neuen Abschnittes vor (links) und nach (rechts) der Usability Inspection. ....	60
Abbildung 33. Erweiterungsidee: Abschnitte farbig markieren. ....	60
Abbildung 34. Erweiterungsidee: Haftzettel mit Fälligkeitsdatum und Priorität. ....	61
Abbildung 35. Ablauf einer Sitzung des Usability-Testes. ....	63
Abbildung 36. Integrative Workplace: Ergebnis einer Exzerption (Gebhardt et al., 2014). .....	72
Abbildung 37. Darstellung von Beteiligungen bei mehreren Verfassern. ....	74
Abbildung 38. Hyper-Dragging: Ziehen von Objekten von einem Tablet auf den interaktiven Tisch (Haller et al., 2006). ....	74
Abbildung 39. Einbindung von Bildern. ....	75
Abbildung 40. Visualisierung der Satzlängen eines Papers (Keim & Oelke, 2007). ....	76
Abbildung 41. Bewertung der Lesbarkeit eines Abschnittes in der Dokumentstrukturansicht. ....	76

## 1 Einführung

Es gibt mehrere Gründe, weshalb Wissensarbeiter umfangreiche, strukturierte Dokumente erstellen. Diese Thesis wurde geschrieben, da deren Einreichung Voraussetzung für das Erlangen eines akademischen Grades ist. Ein anderer Grund für die Anfertigung einer wissenschaftlichen Arbeit ist die Veröffentlichung von Forschungsergebnissen, damit diese durch Fachexperten überprüft und für zukünftige Arbeiten verwendet werden können. Eine weitere Motivation ist, dass das Verfassen von wissenschaftlichen Dokumenten nicht nur für den späteren Leser, sondern auch für den Autor Wissen produziert. Beispielsweise hat Keys herausgefunden, dass die ausführliche Reflexion und das Definieren von Schlussfolgerungen neue Erkenntnisse hervorbringt (Keys, 1999).

Zunächst ist zu klären, was ein Dokument auszeichnet, damit es als "wissenschaftlich" gilt. Chalmers schreibt dazu in seinem Buch *Wege der Wissenschaft* (Chalmers et al., 2007, p. 5):

*Wissenschaft soll auf dem basieren, was wir sehen, hören und berühren können und nicht auf persönlichen Meinungen und spekulativen Vermutungen.*

Ein wissenschaftliches Dokument fasst folglich Tatsachen zusammen und definiert Theorien, die auf gefundenen und nachvollziehbaren Tatsachen beruhen. Die Herangehensweise beim Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit unterscheidet sich daher wesentlich von derjenigen eines Werkes aus der Belletristik. Vermutungen sind zu vermeiden und Tatsachen zu beweisen. Insbesondere müssen Erkenntnisse anderer Forscher gefunden, zusammengefasst und mit einem entsprechenden Quellverweis gekennzeichnet sein. Dies erfordert eine gründliche Literaturrecherche, strukturiertes Ablegen von gefundenen Informationen und schließlich die Integration der Informationen in das zu erstellende Dokument. In den folgenden Abschnitten wird erläutert, wie dieser Prozess in der Bibliothek der Zukunft durch moderne Technologien unterstützt wird und wo die vorliegende Arbeit einzuordnen ist.



## 1.1 Problemstellung

Im Rahmen des Forschungsprojektes *Blended Library* entwickelt die Arbeitsgruppe Mensch-Computer-Interaktion der Universität Konstanz Konzepte, um mithilfe neuartiger Technologien die Arbeit in wissenschaftlichen Bibliotheken zu optimieren. Es werden dabei die physischen und sozialen Fähigkeiten der Besucher genutzt, um bekannte Interaktionen aus der nicht digitalen Welt mit digitaler Technik zu vereinen. Es sollen unter Einsatz verschiedener interaktiver Endgeräte neue Formen der Recherche und Wissensvermittlung geboten werden (Reiterer et al., 2010, pp. 108-116). Dabei werden analoge Medien (Bücher und Zeitschriften) mit denjenigen der digitalen Welt (Tablets und Touch-Displays) vermischt. Abbildung 1 zeigt das *Living Lab*, das einen geplanten Arbeitsplatz in der *Blended Library* darstellt.



Abbildung 1. *Living Lab*: Konzept eines Arbeitsplatzes in der *Blended Library*.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Bildquelle: <http://hci.uni-konstanz.de/index.php?a=research&b=projects&c=8609071> (abgerufen am 18.6.2014).

Die Anfertigung einer wissenschaftlichen Arbeit lässt sich typischerweise durch den von Theisen definierten Arbeitsprozess beschreiben (Theisen, 2011):

1. Zeitliche Planung und Vorarbeiten, wie etwa das Einrichten des Arbeitsplatzes und die Beschaffung von Arbeitsmitteln.
2. Beschaffung von Material, Anlesen von Büchern, Herunterladen elektronischer Quellen und Erhebung von Daten.
3. Auswertung der Materialien und strukturiertes Ablegen aller Informationen.
4. Erstellung eines Manuskriptes mit Gliederung des Dokumentes, Anmerkungen und Einfügen von Zitaten.
5. Schreiben des endgültigen Dokumentes.

Für die *Blended Library* wurden bereits Konzepte prototypisch umgesetzt, welche die Schritte 2 und 3 unterstützen. Beispielhafte Projekte sind der *Blended Shelf* (Kleiner et al., 2013) zum Stöbern in digitalen Beständen, *ChromeViz* (Schreiner, 2013) als Werkzeug für das Suchen in Onlineverzeichnissen, *Facet-Streams* (Jetter et al., 2011) für gemeinschaftliche Suchanfragen auf einem Tabletop und der *Integrated Workplace* (Gebhardt et al., 2014) für das Exzerpieren und Organisieren von Literaturquellen.

Für die verbleibenden Prozessphasen war bisher lediglich ein konventioneller Computer vorgesehen, auf dem der Benutzer das Dokument mit Tastatur, Maus und einem Textverarbeitungsprogramm erstellt. Es ist daher zu untersuchen, wie die Erstellung eines Dokumentes in die Prozesskette des wissenschaftlichen Arbeitens innerhalb der *Blended Library* zu integrieren ist, welche Potenziale durch die Verwendung neuartiger Interaktionen vorhanden sind und wie diese realisiert werden können.

Auch unabhängig von der *Blended Library* sind die Möglichkeiten zur Erarbeitung eines Manuskriptes an einem interaktiven Tisch noch unerforscht. Es gibt zwar Untersuchungen darüber, wie interaktive Flächen den Rechercheprozess unterstützen können, wie etwa diejenigen von Morris et al. (Morris et al., 2010) oder Isenberg et al. (Isenberg et al., 2010). Für das Bearbeiten und Annotieren von Dokumenten an einem interaktiven Tisch wurden ebenfalls verschiedene Konzepte vorgestellt, u.a. von Tuddenham und Robinson (Tuddenham & Robinson, 2007) und Matulic und Norrie (Matulic & Norrie, 2013). Zwischen diesen voneinander isolierten Konzepten klafft jedoch eine Lücke. Es gibt noch keinen Lösungsvorschlag, um die Ergebnisse einer Informationsrecherche in eine lineare Struktur zu führen, sodass die Gliederung einer wissenschaftlichen Arbeit entsteht.

## 1.2 Zielsetzung

Die Erstellung eines umfangreichen Dokumentes, welches wissenschaftlichen Ansprüchen genügen muss, umfasst mehr als nur das Verfassen von Texten. Basierend auf den Empfehlungen von Theisen (Theisen, 2011) wird vor dem eigentlichen Verfassen ein Manuskript erstellt, welches die geplante Gliederung samt Stichwörtern zum Inhalt und zu den verwendeten Literaturquellen enthält. Darüber hinaus muss, oft über einen längeren Zeitraum hinweg, die Übersicht darüber gewahrt werden, an welchen Stellen im Dokument noch weitere Abklärungen nötig sind und welche Abschnitte vervollständigt werden müssen. Lediglich mithilfe eines Laptops und eines Textverarbeitungsprogramms sind diese Aufgaben nur begrenzt zu bewerkstelligen.

Ausgehend davon, dass eine vorangegangene Literaturrecherche abgeschlossen wurde, wird in dieser Arbeit untersucht, wie das Erarbeiten eines wissenschaftlichen Dokumentes in der *Blended Library* mithilfe realitätsbasierter Interaktionen und technischer Hilfsmittel unterstützt werden kann. Es ist zu analysieren, welche Ein- und Ausgabegeräte für den Arbeitsprozess nützlich sind und wie diese miteinander kombiniert werden können. Das Ergebnis ist ein System, das durch das Zusammenspiel von horizontalen und vertikalen Displays eine Umgebung schafft, in der sowohl kreative als auch konzentrationsintensive Aufgaben erledigt werden können.

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung von Konzepten, die den Benutzer bei der Erarbeitung eines Manuskriptes und beim Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit an einem interaktiven Arbeitsplatz mit verschiedenen Multi-Touch-Displays unterstützen.

## 1.3 Aufbau der Arbeit

Um die Grundlagen für die Entwicklung eines interaktiven Arbeitsplatzes zu verstehen, werden in Kapitel 2 zunächst die Idee von Post-WIMP<sup>2</sup>-Anwendungen und anschließend die gängigen Ansätze zur Realisierung von interaktiven Tischen erklärt. Damit die übliche Arbeitsweise von Autoren und somit die Anforderungen an das zu entwickelnde System definiert werden können, werden in Kapitel 3 die

---

<sup>2</sup> WIMP: Windows Icons Menus Pointers.

---

Vorgehensweise und Erkenntnisse einer durchgeführten Anforderungsanalyse aufgezeigt. Basierend darauf werden in Kapitel 4 Studien, Systeme und Konzepte vorgestellt, die Lösungen oder weitere Aspekte zu den gefundenen Anforderungskriterien beschreiben. Hierzu gehören beispielsweise Langzeitstudien zum Arbeiten an interaktiven Tischen und der Vergleich verschiedener Eingabetechniken. Kapitel 5 stellt die entwickelten Interaktionskonzepte vor und beschreibt die prototypische Umsetzung des Systems. Nach einer iterativen Evaluation wurden die Konzepte verbessert und erweitert. Die Vorgehensweise und Ergebnisse der Evaluation sind Kapitel 6 zu entnehmen. Abschließend werden in Kapitel 7 die Erkenntnisse dieser Arbeit zusammengefasst und mögliche Erweiterungen des Systems vorgeschlagen.

## 2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden zunächst die theoretischen Grundlagen erläutert, auf denen die in dieser Arbeit entwickelten Konzepte basieren.

### 2.1 Post-WIMP User Interfaces

Um neuartige Techniken zur Unterstützung des Benutzers bei der Erstellung wissenschaftlicher Arbeiten in der *Blended Library* entwickeln zu können, werden verschiedene Erkenntnisse aus dem Bereich der *Post-WIMP User Interfaces* angewendet. Van Dam führte diesen Begriff ein und meinte damit die Weiterentwicklung von WIMP-GUIs, d.h. grafischen Nutzungsoberflächen, die auf Fenster (Windows), Icons, Menüs und einem Mauszeiger (Pointer) basieren (Van Dam, 1997). Anstatt rein auf herkömmliche Interaktionen mit Formularen und Menüleisten zu bauen, werden zusätzlich beispielsweise Gesten, Spracherkennung oder ein elektronischer Stift benutzt um Operationen auszuführen. William Buxton behauptet, dass Nutzungsoberflächen einfacher zu benutzen und weniger fehleranfällig sind, wenn vermieden wird, dass der Benutzer vom System auf eine Kreatur mit nur einem Auge, einem Ohr und einem Arm reduziert wird (Buxton, 1986).

Der *InteracTable* aus dem Projekt *i-LAND* ist ein Beispiel einer Post-WIMP-Anwendung im Kontext der Wissensarbeit (Streitz et al., 1999). Auf einem interaktiven Tisch können Fenster mit dem Finger rotiert und Dokumente mit einem elektronischen Stift annotiert werden. Zusätzlich kann ein beliebiges physisches Objekt genutzt werden, um Informationen vom Tisch auf ein anderes Anzeigegerät zu transportieren. Abbildung 2 zeigt das System.



Abbildung 2. *InteracTable* als Beispiel eines Post-WIMP User Interfaces (Streitz et al., 1999).

### 2.1.1 Reality-Based Interaction

Nach Hutchins et al. gibt es zwei Metaphern bei der Mensch-Computer-Interaktion (Hutchins et al., 1985):

- Die Konversationsmetapher: Der Benutzer und das System betreiben eine Konversation über eine angenommene, aber nicht explizit dargestellte Welt, beispielsweise über ein Kommandozeilenprogramm.
- Die Weltmodellmetapher: Das User Interface ist die Abbildung einer Welt, in der Benutzer handeln und die ihren geänderten Zustand sofort nach einer Benutzeraktion darstellt. Es gibt keinen Vermittler zwischen dem Benutzer und der dargestellten Welt. Hutchins et al. bezeichnen dies als direkte Einbindung des Benutzers. Dies soll dazu führen, dass eine geringere geistige Leistung bei der Manipulation von Objekten erforderlich ist.

Post-WIMP User Interfaces folgen der Weltmodellmetapher und basieren auf Interaktionskonzepten der *Reality-Based Interaction*. Nach Jacob et al. umfasst dies die weitere Annäherung von User Interfaces an die Realität durch die noch direktere Manipulation von Objekten (Jacob et al., 2008). Dabei werden dem Benutzer Interaktionsmöglichkeiten angeboten, die er aus dem Alltag der nicht digitalen Welt kennt. Um ein solches User Interface entwickeln zu können, definieren Jacob et al. die vier Leitmotive der *Reality-Based Interaction* (Abbildung 3):

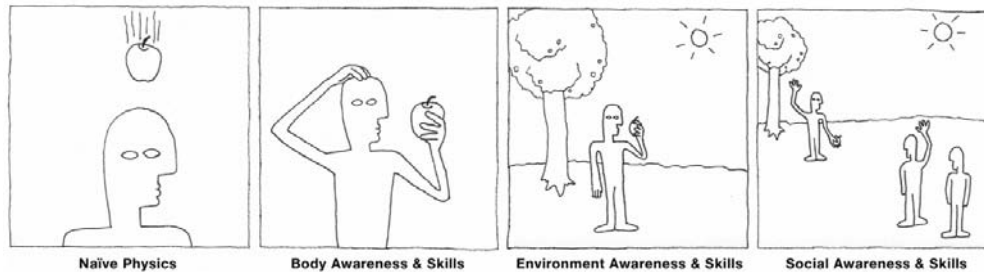


Abbildung 3. Die vier Leitmotive der Reality-Based Interaction (Jacob et al., 2008).

- *Naive Physics*. Das Verständnis für die grundlegenden physikalischen Gesetze, wie etwa Schwerkraft, Geschwindigkeit und Reibung. Dies kann beispielsweise dazu genutzt werden, um grafischen Objekten realistische Eigenschaften zu verleihen, wie dies bei modernen Smartphones und Tablets angewendet wird. Dort werden beim Scrollen in Listen Schwerkraft, Masse und Trägheit simuliert.
- *Body Awareness & Skills*. Die Kenntnis über den eigenen Körper und die motorischen Fähigkeiten. Dadurch sind z.B. zweihändige Interaktionen oder die Steuerung durch Körperbewegungen möglich.
- *Environment Awareness & Skills*. Die Wahrnehmung des räumlichen Umfeldes. Dazu gehören beispielsweise die Fähigkeit zur Einschätzung von Entfernungen und die Anordnung und Größe von Objekten innerhalb eines Raumes, welche durch die Schaffung einer virtuellen Realität angewendet werden können. Benutzer wissen, wie Objekte anzufassen sind, wohin sie verschoben werden können und ob sie veränderbar sind.
- *Social Awareness & Skills*. Die Fähigkeit, andere Personen zu identifizieren und mit ihnen verbal oder nonverbal zu kommunizieren. Eine Anwendung könnte beispielsweise virtuelle Abbildungen anderer Personen einbinden und Interaktionen untereinander zulassen.

### 2.1.2 Blended Interaction

Eine Weiterentwicklung der *Reality-Based Interaction* ist die von Jetter et al. vorgestellte *Blended Interaction* (Jetter et al., 2014). Es ist ein Framework, das beim Entwurf von interaktiven Systemen helfen soll. Die konzeptionellen Komponenten des Framework sind in Abbildung 4 dargestellt.

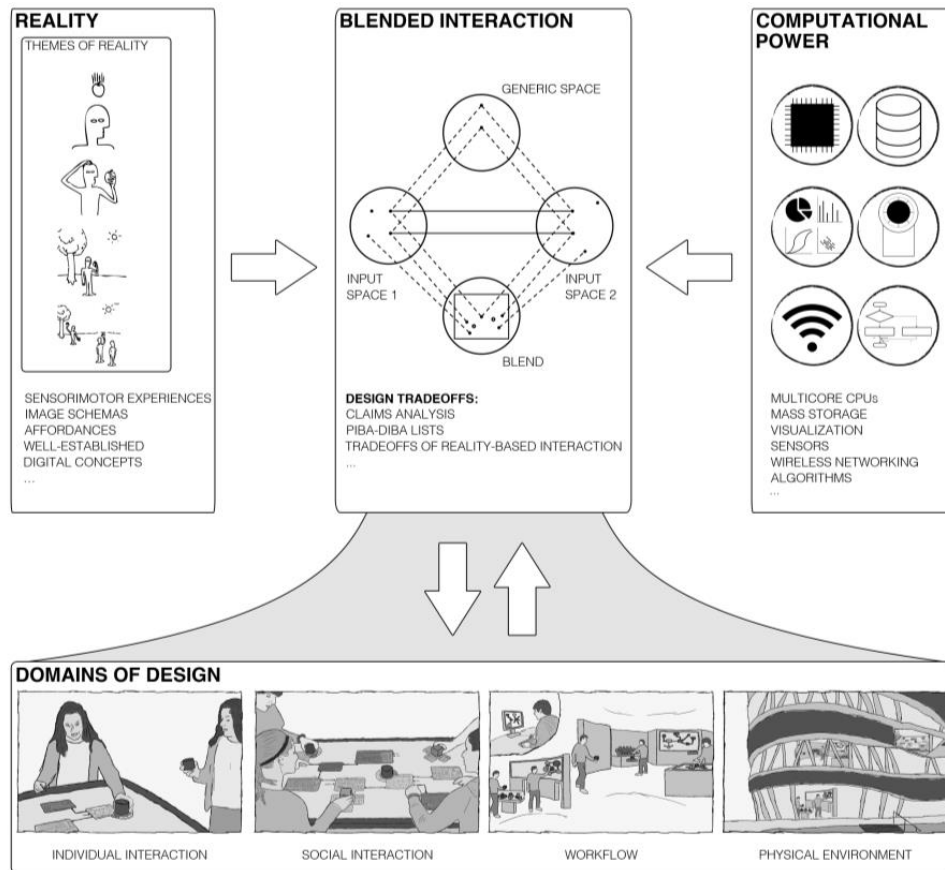


Abbildung 4. Framework der Blended Interaction (Jetter et al., 2014).

Das Framework stützt sich demzufolge auf die Leitmotive der *Reality-Based Interaction* (Abschnitt 2.1.2), erweitert diese aber noch um die folgenden Komponenten:

- *Conceptual Blending*. Ein Vorgehen, das auf der Arbeit von Imaz und Benyon basiert (Imaz & Benyon, 2007). Es sollen Konzepte gefunden werden, die auf den Kenntnissen des Benutzers aus der Realität aufbauen. Dabei soll jedoch nicht, im Gegensatz zu den Leitmotiven der *Reality-Based Interaction*, zwischen der digitalen und der physikalischen Welt unterschieden werden. Die Konzepte müssen aus verschiedenen Domänen stammen und werden dann vermischt (engl. *to blend*). Als Beispiel für eine solche Vermischung zweier Domänen ist der digitale Papierkorb eines *Windows*-Desktops. Das Aussehen und die Eigenschaften eines



Papierkorbes aus der Realität, wie das Hineinwerfen von Blättern, wird vermischt mit den Eigenschaften aus der Computerwelt, nämlich mit dem Abspeichern, Öffnen per Doppelklick und Auflisten von Dokumenten in einer Tabelle. Das Resultat ist eine dritte Domäne, die die Kenntnisse des Benutzers aus beiden Eingabedomänen vereint.

- *Computational Power.* Heutige Computer bieten vielfältige Hilfsmittel, wie etwa schnelle Multikernprozessoren, Massenspeicher, das Verbinden mit drahtlosen Netzwerken, verschiedene Sensoren oder hochauflösende Displays. Die technischen Möglichkeiten des Computers sind mithilfe des *Conceptual Blendings* auf verständliche Weise nutzbar zu machen.
- *Design Tradeoffs.* Es ist abzuwägen, inwiefern eine Annäherung des User Interfaces an die Realität negative Auswirkungen auf die möglichen Interaktionen hat. Dies wird erreicht, indem nicht ausschließlich auf Analogien zur realen Welt, sondern auch auf die dem Benutzer bekannten Interaktionsmöglichkeiten geachtet wird.
- *Domains of Design.* Es gibt vier Designdomänen, in denen die gefundenen Vermischungen (*Blends*) einzusetzen sind. Diese sind *individuelle Interaktion*, *soziale Interaktion & Kommunikation*, *Workflows* und *physikalische Umgebung*. Jeder Bereich hat unterschiedliche Anforderungen an die Interaktionsmethoden. So ist beispielsweise bei der individuellen Interaktion darauf zu achten, dass die motorischen Fähigkeiten des Benutzers optimal genutzt werden, oder bei der physikalischen Umgebung, dass Möbel und vorhandene Oberflächen in das interaktive System integriert werden können. Die einzelnen Designdomänen werden in der Arbeit von Jetter et al. (Jetter et al., 2014) mit Beispielen näher erläutert. Für diese Arbeit relevant sind alle Domänen außer der *sozialen Interaktion & Kommunikation*, welche in zukünftigen Arbeiten näher untersucht werden könnte (Abschnitt 7.2).

## 2.2 Interaktive Tische

Interaktive Tischsysteme kombinieren den analogen Arbeitsplatz mit der digitalen Welt und bieten somit die Möglichkeit, die gewohnte Arbeitsweise der Benutzer zu unterstützen und gleichzeitig die technischen Potenziale eines Computers anzubieten. Sie eignen sich daher sehr gut, um Interaktionstechniken umzusetzen, die das Framework der *Blended Interaction* (Abschnitt 2.1.2) anwenden.

Solche Tische bieten typischerweise eine interaktive Oberfläche, die Eingaben per Touch oder elektronischem Stift ermöglicht. Ein beliebter Ansatz zur Umsetzung ist das Anbringen eines Projektors an der Decke. Beispielsysteme sind der *DigitalDesk* (Wellner, 1991), *InteractiveDESK* (Arai et al., 1995), *InfoTable* (Rekimoto & Saitoh, 1999) und *EnhancedDesk* (Koike et al., 2001). Diese Systeme haben zusätzlich zum Projektor eine Kamera, um Fingerbewegungen oder mit speziellen Markierungen versehene physische Objekte auf dem Tisch zu identifizieren. Der Projektor kann entweder direkt über dem Tisch hängen oder das Bild auf einen Spiegel werfen, der es dann auf die gewünschte Oberfläche lenkt. Abbildung 5 zeigt den Aufbau eines solchen Systems.

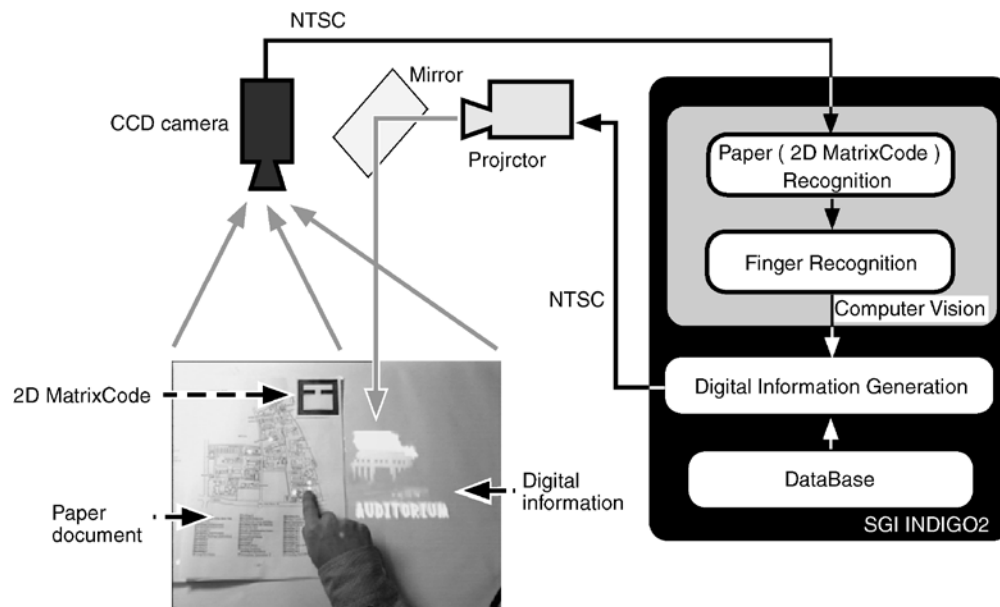


Abbildung 5. Architektur eines typischen interaktiven Tisches mit Deckenprojektor am Beispiel des *EnhancedDesk* (Koike et al., 2001).

Der Vorteil von Deckenprojektorsystemen ist vor allem die Möglichkeit, digitale Informationen auf physischen Objekten anzuzeigen. Die Nachteile liegen darin, dass der Tisch nicht ohne erheblichen Aufwand verschiebbar ist und die Projektion gestört wird, wenn sich der Benutzer über den Tisch beugt. Diese Probleme versucht das Projektionssystem *PlayAnywhere* von Wilson



Abbildung 6. Idee des *PlayAnywhere* (Wilson, 2005).

zu umgehen (Wilson, 2005). Dabei handelt es sich um ein Gerät, welches auf einen beliebigen Tisch gestellt wird, darauf ein Bild projiziert und Fingerbewegungen mithilfe von Infrarotsensoren erkennt. Die Idee ist in Abbildung 6 zu sehen.

Ein anderer Ansatz ist der Einsatz von Tabletops. Diese bestehen aus einem Tischkasten, in den ein Projektor integriert ist, der die digitalen Informationen von unten auf die Projektionsfläche bringt. Beispiele sind die *HoloWall* (Matsushita & Rekimoto, 1997), der *InteracTable* (Streitz et al., 1999) und *im-Top* (Hu et al., 2008). Diese Systeme unterstützen Touch-Eingaben durch den Einsatz von Infrarotkameras. Dabei wird die Projektionsfläche, in der Regel eine Glasplatte, mit Infrarot-LEDs angeleuchtet. Berührt beispielsweise ein Finger die Platte, werden die Infrarotstrahlen reflektiert und von einer Infrarotkamera registriert. Abbildung 7 zeigt das Konzept.

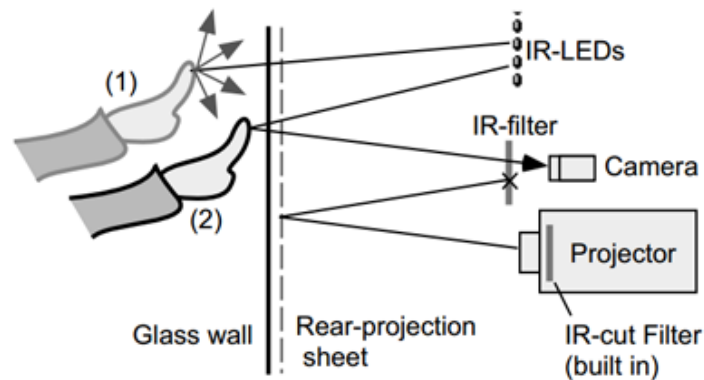


Abbildung 7. Touch-Unterstützung bei Tabletop-Systemen durch Infrarot am Beispiel der *HoloWall* (Matsushita & Rekimoto, 1997).

Ein Alternativansatz zur Erkennung von Touch-Eingaben ist der Einsatz von Sensoren, welche kapazitive Spannungsunterschiede messen, anstatt eine Kamera zu benutzen. Eine Umsetzung dieser Idee ist der *SmartSkin*-Sensor von Rekimoto (Rekimoto, 2002). Der Vorteil dieser Technik gegenüber dem Einsatz von Kameras liegt darin, dass die Lichtbedingungen vor Ort keine Rolle spielen. Zudem können beliebige Oberflächen mit den Sensoren bestückt werden. Ein weiterer, als besonders kostengünstiger beworbener Ansatz ist die *Frustrated Total Internal Reflection* von Han, bei der die beim Auflegen eines Fingers entstehende Lichtbrechung von einer Videokamera aufgezeichnet und ausgewertet wird (Han, 2005).

### 3 Anforderungsanalyse

Um die technischen Anforderungen an das zu entwickelnde System zu definieren, wurde zunächst eine Anforderungsanalyse durchgeführt. Nach Rogers et al. besteht eine typische Anforderungsanalyse für die Entwicklung neuer Produkte aus der Gewinnung von ausreichenden, akkuraten und relevanten Daten durch Interviews, Umfragen oder Beobachtungen (Rogers et al., 2011, p. 222). Es ist dabei zu beachten, dass die Art und Weise, wie Wissensarbeit erledigt wird, sich von Person zu Person erheblich unterscheidet. Beispielsweise untersuchten Davenport et al., wie ein Arbeitsplatz eingerichtet sein sollte, um Wissensarbeiter bei ihren Tätigkeiten optimal zu unterstützen (Davenport et al., 2002). Dazu wurden Forscher bei der Arbeit befragt und beobachtet. Nach der Auswertung der gesammelten Daten empfehlen die Autoren, jeden Arbeitsplatz individuell auf die Person anzupassen. Demnach ist es schwer, allgemeine Aussagen über die Arbeitsweise beim Verfassen von Arbeiten zu treffen. Um trotz verschiedener Arbeitsweisen Optimierungspotenziale und Probleme finden zu können, wurde zum einen eine bereits an der Universität Konstanz im Rahmen des Forschungsprojektes *Blended Library* durchgeführte Umfrage ausgewertet und wurden zum anderen semistrukturierte Interviews mit Zielgruppenbenutzern geführt. Die Ergebnisse werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt.

#### 3.1 Interviews

Um anwendungsfallsspezifische Daten zu erhalten, wurden potenzielle Benutzer des zu entwickelnden Systems darüber befragt, wie sie üblicherweise ihre wissenschaftlichen Arbeiten erstellen. Für die Vorgehensweise wurde die Methode der semistrukturierten Interviews gewählt. Diese zeichnen sich gegenüber strukturierten Interviews dadurch aus, dass die Fragen zwar grundsätzlich durch ein vorgefertigtes Interviewskript standardisiert, jedoch dabei offener gehalten sind (Rogers et al., 2011, p. 229). Da die Befragten ihre Arbeitsweise frei beschreiben konnten, war es möglich, Informationen über mögliche Probleme beim Verfassen von Arbeiten zu gewinnen. Es wurden fünf Akademiker - darunter vier Teilnehmer und eine Teilnehmerin - befragt, die vor Kurzem mindestens eine umfangreiche wissenschaftliche Arbeit eingereicht haben oder derzeit an einer schreiben. Sie alle haben einen akademischen Abschluss aus den Bereichen Natur-, Wirtschafts- oder Politikwissenschaften.

Der Fokus lag bei der Befragung darauf herauszufinden, wie bei der finalen Dokumenterstellung üblicherweise vorgegangen wird und welche Aufgaben mit welchen Werkzeugen erledigt werden.

Durch die Auswertung der Interviewprotokolle ergeben sich folgende Beobachtungen:

- Stift und Papier werden häufig und gerne benutzt. Zum einen werden Notizen während der Literaturrecherche gemacht. Zum anderen erstellen zwei der Interviewteilnehmer damit auch die Gliederung. Dabei skizzieren sie mit Stichwörtern auf einem Blatt Papier den groben Inhalt der einzelnen Kapitel.
- Alle Befragte erstellen noch vor dem Verfassen der Kapitel die Gliederung des Dokumentes und besprechen sie mit dem Betreuer. Bei vier der fünf Befragten wird diese Gliederung in einem separaten Dokument erstellt, wobei sich die Vorgehensweise zwischen den Befragten stark unterscheidet. Ein Befragter erstellt die Gliederung in einem separaten *Word*-Dokument, ein anderer verfasst sie in einer E-Mail an den Betreuer, es wird eine Powerpoint-Präsentation erstellt mit jeweils einem Kapitel pro Folie oder die Gliederung erfolgt komplett handschriftlich.
- Die einmal erstellte Gliederung ändert sich dann im Laufe des Verfassens nicht mehr erheblich.
- Bevor ein Kapitel geschrieben wird, werden die geplanten Literaturverweise oder die zugrunde liegenden Theorien notiert. Dies geschieht in der Regel entweder handschriftlich oder, wie bei einem der Befragten, in einer Powerpoint-Präsentation.
- Während des Schreibens halten alle Befragten immer die für das aktuelle Kapitel relevanten digitalen Quellen offen oder haben Bücher physisch auf dem Tisch liegen.
- Als besonders hilfreich werden mehrfach Literaturverwaltungsprogramme genannt, wie *Citavi*<sup>3</sup> oder *Mendeley*<sup>4</sup>. Hauptsächlich werden sie dazu benutzt, um gefundene Quellen samt eigenen Notizen abzulegen.
- Häufig werden einzelne Kapitel nicht sofort komplett fertig geschrieben, sondern erst später vervollständigt. Um einen Überblick über die noch unfertigen Kapitel zu behalten, gehen die Befragten unterschiedlich vor. Ein Befragter behauptet, dass er alle offenen Punkte im Gedächtnis behalten kann. Zwei der Teilnehmer schreiben "To Do"-Notizen direkt in das Kapitel und markieren diese farbig. Ein anderer druckt die Gliederung aus und hakt handschriftlich die abgeschlossenen Kapitel ab.

---

<sup>3</sup> <http://www.citavi.com> (abgerufen am 13.07.2014).

<sup>4</sup> <http://www.mendeley.com> (abgerufen am 13.07.2014).

Basierend auf den beschriebenen Arbeitsweisen lässt sich beobachten, dass Wissensarbeiter stets geplante Inhalte samt zu benutzenden Zitaten vor dem eigentlichen Verfassen in irgendeiner Form notieren. Für die Art und Weise, wie diese Planungsphase durchgeführt wird, scheint es jedoch kein allgemein bewährtes Hilfsmittel zu geben.

### 3.2 Umfrage zur Blended Library

Vom 22.12.2011 bis 16.02.2012 wurden die Studenten und wissenschaftlichen Mitarbeiter der Universität Konstanz im Rahmen des Projektes *Blended Library* über ihre Arbeitsweise mit den in der Universitätsbibliothek verfügbaren Medien befragt. Dabei wurden 682 Fragebögen online ausgefüllt. Davon wurden 599 von Studenten und die restlichen 83 von wissenschaftlichen Mitarbeitern beantwortet. Zwar stand bei der Umfrage das Arbeiten mit Literaturquellen im Fokus, doch enthält sie auch Fragen zur allgemeinen Arbeitsweise. Folgende Fragen, auf die jeweils eine Freitextantwort erwartet wurde, werden für diese Arbeit als relevant betrachtet und ausgewertet:

- *In welchen Situationen und warum arbeiten Sie wissenschaftlich mit Stift & Papier? Welche Probleme treten hierbei auf und was stört Sie?*
- *Welche Programme nutzen Sie [zum wissenschaftlichen Arbeiten] an Ihrem Computer?  
Welche Probleme treten hierbei auf und was stört Sie?*
- *Weitere Ideen, Anregungen, Wünsche oder Anforderungen?*

Laut Umfrageergebnissen wird ein herkömmlicher Stift bei knapp über der Hälfte der Befragten während der Literaturrecherche eingesetzt. Insbesondere wird er für das Schreiben von Zusammenfassungen und für das Markieren von Textpassagen benutzt. Er kommt aber auch häufig zum Erstellen von Gedankennotizen und für das Anfertigen von Zeichnungen zum Einsatz. Immerhin gaben 4% der Umfrageteilnehmer an, ihre Dokumentengliederung zuerst handschriftlich auf Papier zu erstellen. Beim Arbeiten mit einem Stift wurden als Probleme genannt, dass der Papierverbrauch zu hoch, die eigene Schrift unleserlich, die Digitalisierung zu aufwendig und das Schreiben zu langsam sei. Insgesamt ist den Daten zu entnehmen, dass zum längeren Schreiben der Computer, aber zum Annotieren und Notizen machen Papier und Stift bevorzugt werden.

Auffällig ist, dass rund ein Zehntel der Befragten *Powerpoint* zum wissenschaftlichen Arbeiten benutzen, obwohl es eigentlich ein Werkzeug für das

Erstellen von Präsentationen ist. Eine mögliche Erklärung liefern die Ergebnisse der Interviews, die in Abschnitt 3.1 erläutert sind. Demnach wird Powerpoint benutzt, um Notizen zu Dokumentabschnitten abzulegen. Ansonsten benutzt ungefähr ein Achtel der Teilnehmer ein Literaturverwaltungsprogramm wie *Endnote*<sup>5</sup>, *Citavi* oder *Mendeley*. Häufig genannte Probleme bei der Nutzung von Computerprogrammen beim wissenschaftlichen Arbeiten sind Schwierigkeiten bei der Textformatierung, dass das Lesen längerer Texte auf dem Monitor anstrengt und die Übersicht bei vielen geöffneten Dokumenten verloren geht.

Neben der einfachen Verfügbarkeit von Literatur in digitaler Form, wird mehrfach der Wunsch nach mehreren Monitoren oder größeren Bildschirmen geäußert. Gewünscht wird auch ein schneller Zugriff auf abgelegte Quellen und das effiziente Wechseln zwischen diesen. Außerdem sollten das Markieren von Textpassagen und das Annotieren von Quellen mit Notizen vereinfacht werden.

### 3.3 Schlüsselanforderungen

Anhand der gesammelten Daten lassen sich sowohl Anforderungen an das zu entwickelnde System als auch Potenziale zur Optimierung des Arbeitsprozesses durch technische Maßnahmen ableiten.

Wie sich herausgestellt hat, sind Stift und Papier trotz vorhandener technischer Alternativen beliebte Hilfsmittel und werden im gesamten Arbeitsprozess verwendet. Die Umfrage zur *Blended Library* hat jedoch ebenfalls gezeigt, dass dieses Werkzeug mehrere Nachteile hat, wie Ineffizienz, Papierverschwendung oder Unübersichtlichkeit. Ein System, welches das Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten unterstützen soll, muss die Nachteile analoger Mittel durch das Anbieten gleichwertiger digitaler Funktionen ausgleichen.

Im Folgenden werden die Schritte eines aus den Befragungen hergeleiteten typischen Arbeitsprozesses und dessen spezifischen Anforderungen in Bezug auf das zu entwickelnde System beschrieben.

---

<sup>5</sup> <http://www.endnote.com/> (abgerufen am 13.07.2014).

### 3.3.1 Dokument gliedern

Die Gliederung eines Dokumentes wird oft nicht im Originaldokument selbst, sondern vorzugsweise außerhalb dessen erarbeitet. Es muss daher eine Möglichkeit geboten werden, die entsprechenden Kapitel in der gewünschten Hierarchie anlegen zu können, ohne dabei gleich auf die korrekte Textformatierung oder sonstigen nichtrelevanten Tätigkeiten achten zu müssen.

Vor dem eigentlichen Verfassen werden in der Regel zu jedem Kapitel Stichwörter zum geplanten Inhalt und die zu benutzenden Literaturverweise angegeben. Dies wird ebenfalls vorzugsweise außerhalb des eigentlichen Dokumentes durchgeführt. Das System sollte außerdem anzeigen, welche Kapitel noch Nachbearbeitungen benötigen, ohne dass dies im Dokumententext vermerkt wird.

Gemäß der Umfrage zur *Blended Library* verlieren einige Benutzer die Übersicht, wenn viele verschiedene Dokumente geöffnet sind. Die Vorgehensweise der Interviewteilnehmer, die Gliederung oder sonstige Notizen in einem separaten Dokument zu erstellen und dann zwischen diesem und dem Originaldokument hin- und herzuwechseln, kann daher nicht als optimal betrachtet werden.

### 3.3.2 Literaturquellen einbinden

Die in den Befragungen häufig als sehr hilfreich genannten Literaturverwaltungsprogramme, wie *Citavi* oder *Mendeley*, ermöglichen es dem Benutzer, korrekt formatierte Verweise in ein Dokument einzufügen, indem mit dem Mauszeiger ein Eintrag aus einer zuvor angelegten Liste an Literaturverweisen ausgewählt und einem Kapitel zugeordnet werden kann. Textmarkierungen können dann automatisch als Zitat in das Hauptdokument eingebunden werden. Abbildung 8 zeigt ein entsprechendes Plug-In von *Citavi* für *Microsoft Word*. Das zu entwickelnde System sollte ähnliche Funktionalitäten bereitstellen, um die Nutzung separater Literaturverwaltungsprogramme im Idealfall unnötig zu machen. Zudem ist das Zuweisen von Zitaten zu Kapiteln gemäß den Befragungen bereits Bestandteil der Erarbeitung der Gliederung und sollte daher in den Prozess integrierbar sein.



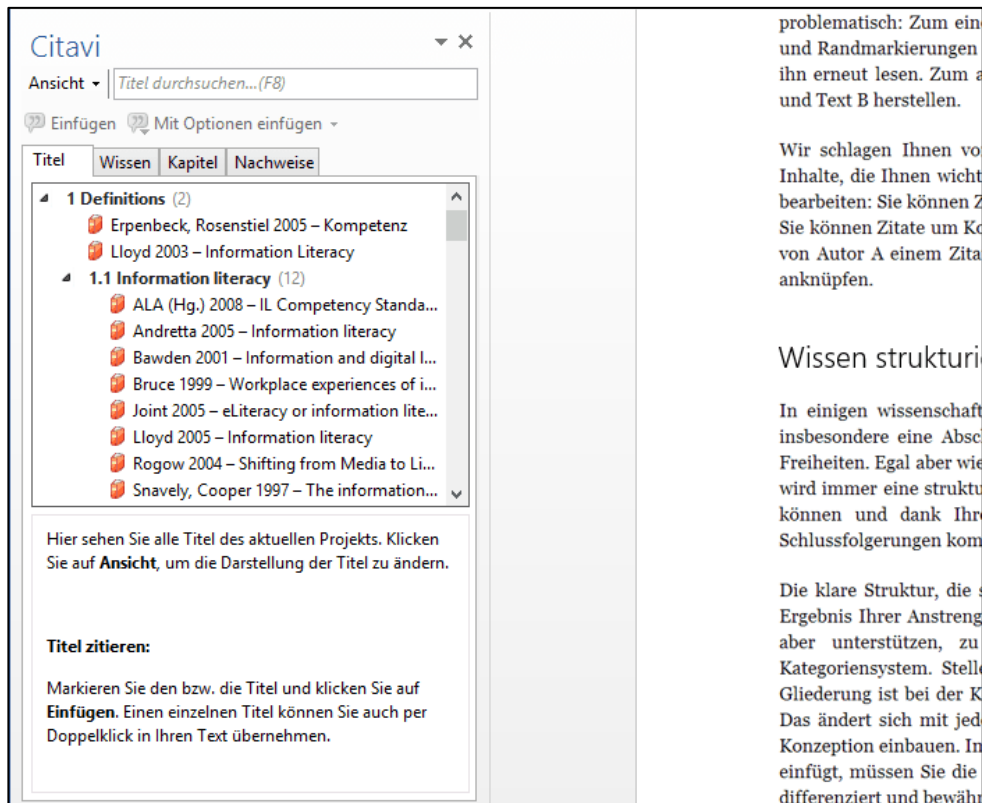


Abbildung 8. Microsoft Word-Plug-In von Citavi zum Hineinziehen von Literaturverweisen.<sup>6</sup>

### 3.3.3 Aufgaben und Notizen verwalten

Für das Ablegen von Notizen gibt es offensichtlich zwei verschiedene Vorgehensweisen. Auf der einen Seite behaupten Teilnehmer der Umfrage, dass sie mit einem Stift schneller schreiben können, und andere, dass sie das Arbeiten am Computer bevorzugen. Als Nachteil von Stift und Papier wird angefügt, dass die eigenen Notizen schnell unübersichtlich werden und das Geschriebene im Nachhinein nur noch schlecht oder gar nicht mehr veränderbar ist.

<sup>6</sup> Bildquelle: <https://www.citavi.com/de/screenshots.html> (abgerufen am 13.07.2014).

Es muss daher eine Möglichkeit angeboten werden, um Notizen vor allem schnell und unkompliziert erstellen zu können, dabei aber nicht die Übersicht zu verlieren. Die Notizen sollten dabei auch einzelnen Kapiteln zuzuordnen sein, damit „To Do“-Vermerke, wie in den Interviews beschrieben, nicht direkt im Dokument notiert werden müssen und im schlimmsten Fall überlesen werden.

### **3.3.4 Verfassen**

Während des Schreibens eines Dokumentabschnittes sollen relevante Literaturquellen parallel offengehalten werden können, da dies laut Befragungen üblich ist. In der Umfrage wird jedoch mehrfach beklagt, dass ein einzelner Bildschirm nicht genügend Platz bietet, um effizient mit mehreren Dokumenten gleichzeitig arbeiten zu können. Häufiges Wechseln zwischen verschiedenen Fenstern und Programmen auf demselben Monitor sollte daher vermieden werden.

Die Interviewteilnehmer gaben außerdem an, handschriftliche Notizen oder Kommentare im Hauptdokument mit dem geschriebenen Text abgleichen zu wollen, um sicherzustellen, dass alle geplanten Inhalte und Literaturverweise eingearbeitet wurden. Dies birgt jedoch die Gefahr, dass einzelne Stichpunkte bei der Kontrolle übersehen oder handschriftliche Hinweise schlicht nicht mehr gefunden werden. Das System sollte daher einen automatisierten Abgleich durchführen und auflisten, welche Punkte noch nicht abgearbeitet wurden.

## 4 Verwandte Arbeiten

In diesem Kapitel werden bereits vorhandene Systeme und Arbeiten vorgestellt, die sowohl weitere Aspekte für den Entwurf neuer Konzepte als auch mögliche Lösungen zu Problemen beim wissenschaftlichen Arbeiten liefern sollen. Dabei wird zusammengefasst, welche Erkenntnisse bei der Arbeit mit interaktiven Tischen vorliegen, wie man verschiedene Displays kombinieren kann und welche Eingabegeräte das vorliegende Szenario optimal unterstützen. Die Zusammenfassung der relevanten Literatur basiert auf den Ergebnissen einer vorangegangenen Seminararbeit.<sup>7</sup>

### 4.1 Das Arbeiten an interaktiven Tischen

Interaktive Tische bieten ein großes Potenzial für die Umsetzung eines interaktiven Systems für Wissensarbeiter, da mit ihnen das *Conceptual Blending* in der Designdomäne *Physical Environment* aus der *Blended Interaction* angewendet werden kann (Abschnitt 2.1.2) (Jetter et al., 2014). Dabei wird der Umstand genutzt, dass ein Schreibtisch ein bekannter Alltagsgegenstand ist und er nach einer Studie von Kidd (Kidd, 1994) für die meisten Wissensarbeiter das bevorzugte Hilfsmittel für das Ablegen und Strukturieren von Informationen darstellt. Zusätzlich wird die Tischoberfläche mit den Fähigkeiten eines Desktop-Computers ausgestattet. Im Folgenden werden zum einen Erfahrungen mit solchen Systemen sowie verschiedene Erweiterungsmöglichkeiten vorgestellt.

#### 4.1.1 Feldstudien

In einem Selbstversuch benutzte der Wissenschaftler Hardy während eines Jahres zur täglichen Arbeit einen interaktiven Tisch mit Deckenprojektor, elektronischem Stift, Tastatur, Maus und vertikalem Monitor (Abbildung 9). Seine Erkenntnisse und Empfehlungen basierend auf seinen gemachten Erfahrungen fasst er in einem Artikel zusammen (Hardy, 2012). Er schreibt beispielsweise, dass das Lesen längerer digitaler Texte auf dem vertikalen Monitor angenehmer ist als auf der horizontalen Fläche, da auf dem Tisch die Zeilen länger sind und daher intensivere

---

<sup>7</sup> "Master-Seminar", vorgelegt von Ingo Hofmann am 27. Januar 2014.

Augenbewegungen erforderlich sind. Jedoch empfindet er die horizontale Fläche dennoch als hilfreich bei seinen Tätigkeiten als Wissensarbeiter. Mit der Zeit entwickelte er ein Paradigma, nach dem organisatorische und kreative Aufgaben, wie etwa das Ablegen von digitalen Notizzetteln, auf dem Tisch erledigt werden. Konzentrationsintensive Aufgaben, wie längeres Lesen oder das Verfassen von Dokumenten, werden hingegen mithilfe des vertikalen Monitors durchgeführt.

Hardys Verhalten zur Nutzung der Displays je nach Tätigkeit passt zu den Ergebnissen einer früheren Studie von Morris et al. (Morris et al., 2008). An sechs verschiedenen Arbeitsplatzsettings wurden acht Probanden einen Monat lang bei ihrer Arbeit beobachtet und über ihre Vorlieben befragt. Dabei wurden jeweils vertikale und horizontale Monitore miteinander kombiniert. Ein interaktiver Tisch, wie bei Hardy, kam nicht zum Einsatz. Es wurde festgestellt, dass die Teilnehmer im Allgemeinen den vertikalen Monitor für ihre Tätigkeiten bevorzugten, wobei der horizontale Monitor von einem Studienteilnehmer als hilfreich für reflektiertes Arbeiten und die Organisation von Aufgaben empfunden wurde. Die anderen Studienteilnehmer erkannten jedoch keinen erheblichen Nutzen des horizontalen Displays. Begründet wird dies mit einer schlechten Ergonomie des gewählten Settings und dem anstrengenden Wechseln zwischen den Displayebenen. Außerdem wurde von den Probanden angemerkt, dass sie Angst hatten, den horizontalen Monitor versehentlich zu beschädigen. Morris et al. empfehlen schließlich, horizontale Flächen ergonomisch den Anforderungen der Benutzer anzupassen und auf die richtige Wahl der Hardware zu achten.

Eine weitere verwandte Feldstudie führten Wigdor et al. durch (Wigdor et al., 2007). Dabei nutzte eine Versuchsperson 13 Monate lang einen Tabletop als primäres Arbeitsmittel. Ein vertikaler Monitor stand bei dieser Studie nicht zur Verfügung. Der Proband erhielt dafür zwei verschieden große Tische, um herauszufinden, ob der Benutzer eher eine möglichst große oder doch eine kleine Interaktionsfläche



*Abbildung 9. Hardy beim Arbeiten an einem interaktiven Tisch (Hardy, 2012).*

bevorzugt. Durch eine Befragung stellte sich heraus, dass der Benutzer tatsächlich die größere Fläche bevorzugte, obwohl er zur Benutzung des Tisches gelegentlich seine bequeme Sitzhaltung aufgeben musste, um weiter entfernte Elemente erreichen zu können. Für bestimmte Aufgaben, wie etwa das Schreiben von E-Mails, nutzte der Teilnehmer jedoch seinen Desktop-Computer, da sich die großen Displays negativ auf die Privatsphäre auswirkten.

Basierend auf den Ergebnissen der genannten Studien lässt sich zusammenfassen, dass ein vertikaler Display für die tägliche Arbeit unverzichtbar ist und horizontale Displays das reflektierte Arbeiten unterstützen. Die horizontale Fläche sollte möglichst groß sein und dabei so geschaffen sein, dass die Benutzer keine Angst davor haben, die Oberfläche zu beschädigen.

#### 4.1.2 Horizontale und vertikale Interaktionsflächen

Wie dem vorherigen Abschnitt entnommen werden kann, gibt es verschiedene Settings für interaktive Tische, um Wissensarbeiter zu unterstützen. Eine für diese Arbeit relevante Frage ist, ob und wie zusätzliche vertikale Monitore hilfreich sein können. Für die Beantwortung der Frage hilft eine vergleichende Studie von Morris et al. (Morris et al., 2007), bei der zwölf Teilnehmer einen Text lesen und anschließend zusammenfassen mussten. Der Versuch wurde jeweils mit einem anderen Arbeitsmittel wiederholt: mit Stift und Papier, an einem vertikalen Monitor, an einem horizontalen Display und an einem Tablet mit Stylus-Stift. Das Ergebnis war, dass die Teilnehmer lediglich zum Schreiben von Zusammenfassungen klar den vertikalen Monitor bevorzugten. Für die Aufgabe des Annotierens schnitten Tablet, horizontales Display und das Arbeiten mit Papier gleich gut ab. Zum Lesen wurden Papier und Tablet bevorzugt.

Der Wunsch von Tabletop-Benutzern nach einem zusätzlichen vertikalen Monitor wird in einer Feldstudie von Shen et al. verdeutlicht (Shen et al., 2006). Bei dieser Studie mussten Probanden verschiedene Aufgaben an einem Tabletop-System lösen und wurden anschließend über ihre Eindrücke befragt. Die Autoren legen folgende Erkenntnisse vor:

*Among our lessons so far is that, whenever we demonstrated our tabletop systems to actual users or potential customers, the most compelling moments were when the tables interoperated with vertical displays and other devices.*

Trotz der bisher gezeigten Vorliebe vieler Benutzer für vertikale Displays bei Schreibaufgaben ist jedoch zu beachten, dass Touch-Interaktionen bevorzugt auf horizontalen Flächen durchgeführt werden. Das zeigt eine vergleichende Studie von Pedersen und Hornbæk (Pedersen & Hornbæk, 2012), bei der die Studienteilnehmer Touch-Interaktionen auf vertikalen Displays als anstrengend empfanden. Dragging-Aufgaben konnten auf dem horizontalen Display zudem effizienter und mit weniger Fehlern gelöst werden.

Anstatt vertikale und horizontale Displays physisch zu trennen, können diese auch kantenlos miteinander verbunden werden, so wie es Wimmer et al. beim *Curve* realisierten (Wimmer et al., 2010). Abbildung 10 zeigt den Aufbau des Systems. Ein ähnliches System ist der *BendDesk* von Weiss et al. (Weiss et al., 2009). Laut den Autoren verbessert das kantenlose Design die allgemeine Ergonomie bei Touch-Eingaben. Zusätzlich bietet es noch eine konventionelle Maus für relative Eingaben. Als Vorteile werden die haptische, visuelle und mentale Kontinuität genannt, da keine Kanten, Rahmen oder Abstände zwischen den zwei Ebenen vorhanden sind. Ein für diese Arbeit jedoch relevanter Nachteil ist, dass die horizontale Fläche nicht breiter als 35 cm sein sollte, damit der Benutzer noch alle Bereiche komfortabel erreichen kann. Darüber hinaus ist der Aufbau nur schwer auf einzelne Benutzer anpassbar und bietet nicht genügend Fußraum für größere Personen.



Abbildung 10. *Curve*, welches horizontale und vertikale interaktive Oberflächen kombiniert (Wimmer et al., 2010).

Die vorgestellten Studien und Projekte zeigen, dass sich horizontale Flächen besonders für Touch-Eingaben und zum Lesen von Texten eignen. Sie bestätigen aber auch die Erkenntnis aus Abschnitt 4.1.1, dass die Benutzer für das Verfassen längerer Texte vertikale Monitore bevorzugen.

### 4.1.3 Interaktionskonzepte bei großen Displays

Beim Einsatz digitaler Tische und beim Zusammenschluss mehrerer Monitore entstehen große Displays und somit verschiedene Probleme bei der Interaktion, die Robertson et al. samt Lösungsvorschlägen zusammenfassen (Robertson et al., 2005). Zu den entstehenden Schwierigkeiten gehören das Verwalten vieler Fenster, das Verfolgen des Mauszeigers, visuelle Verzerrungen beim Zusammenschluss mehrerer Monitore oder das effiziente Erreichen bestimmter Icons oder Menüs. Eines der vorgeschlagenen Lösungskonzepte wird als *Drag-and-Pop* vorgestellt, welches das Ziehen von digitalen Objekten über längere Strecken visuell unterstützt. Dabei bleiben beim Draggen die Objekte an ihrem ursprünglichen Platz und werden stattdessen lang gezogen, um das räumliche Gedächtnis des Benutzers besser zu nutzen. Abbildung 11 zeigt dieses Konzept.

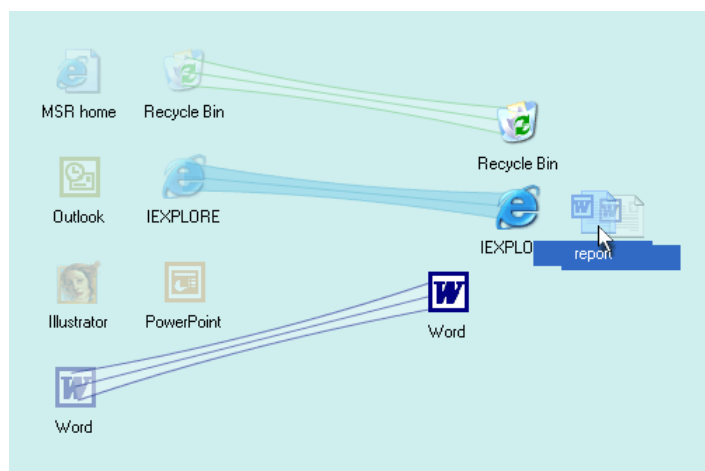


Abbildung 11. *Drag-and-Pop*: Ziehen von Objekten über lange Strecken (Robertson et al., 2005).

Zusätzlich stellt sich die Frage, ob es allgemein besser ist, mehrere Monitore zusammenzuschließen oder eher einen großen Bildschirm zu haben, wie es beispielsweise beim *Curve* (Abschnitt 4.1.2) (Wimmer et al., 2010) der Fall ist. Hierzu hilft eine von Grudin durchgeführte Feldstudie (Grudin, 2001), bei der 18

Teilnehmer an mehreren Monitoren arbeiteten und dann über ihre Arbeitsweise und Präferenzen befragt wurden. Neben der Erkenntnis, dass zusätzliche Monitore bei der täglichen Arbeit als äußerst hilfreich empfunden werden, wurde beobachtet, dass die Teilnehmer die Monitore nicht dazu genutzt haben, um mehr Platz für eine bestimmte Aufgabe zu erhalten, sondern um verschiedene Aufgaben auf den Monitoren aufzuteilen. Dabei wurde ein Monitor oftmals als "primär" bezeichnet und ein zweiter Monitor für "sonstige Aufgaben" genutzt. Die am häufigsten genutzten Programme auf dem "sekundären" Monitor waren To-Do-Listen, Kontakteverwaltung, Kalender und Musikwiedergabelisten.

Ein System, welches große Displays nutzt, um gezielt Wissensarbeit zu unterstützen, ist *Kimura* von Vaida et al. (Vaida et al., 2002). Es benutzt große vertikale Bildschirme, um Kontextinformationen für die aktuelle Aufgabe anzuzeigen. In Abbildung 12 ist der Aufbau zu sehen. Zu einem bestimmten Zeitpunkt werden die auf dem primären Monitor offenen Anwendungen und Dokumente als Miniaturansicht auf dem separaten Display gruppiert hinterlegt. Die Größe der Miniaturen richtet sich nach der Zeit, die der Benutzer mit dem Dokument verbracht hat. Robertson et al. sind in einem ähnlichen späteren Projekt *Scalable Fabric* (Robertson et al., 2004) sogar so weit gegangen, dass die erzeugten Miniaturansichten die herkömmliche Taskleiste ersetzen. Die Verwaltung von Aufgaben wurde somit durch eine räumliche Metapher unterstützt und Teilnehmer zogen bei einer Feldstudie diese sogar der parallel verfügbaren Standardtaskleiste vor.



Abbildung 12. Arbeiten mit dem Kimura-System (Vaida et al., 2002).



Darüber hinaus sind bei der Wahl des Settings auch Aspekte der Ergonomie zu beachten, da das System vor allem für länger andauernde Arbeit konzipiert wird. Hierzu hat Hennecke im Rahmen seiner Dissertation über die Entwicklung des *Curve* die optimalen Parameter eines großen Displays analysiert (Hennecke, 2013, pp. 34-41). Er empfiehlt nach der Auswertung einer durchgeführten Studie und der Befragung eines Experten aus dem Bereich der Kognitionspsychologie, dass Displays grundsätzlich nicht höher als die durchschnittliche Augenhöhe eines sitzenden Nutzers sein sollten. Außerdem empfiehlt er eine leichte Neigung der Displays nach hinten.

## 4.2 Vergleich verschiedener Eingabegeräte

Der Einsatz eines digitalen Tisches mit interaktiver Oberfläche ermöglicht vielfältige Interaktionstechniken, wie etwa Touch, Gesten, greifbare Objekte oder elektronische Stifte. Unter Berücksichtigung der vorher definierten Schlüsselanforderungen werden in den folgenden Abschnitten verschiedene erforschte Techniken vorgestellt und evaluiert.

### 4.2.1 Maus, Stift und Touch

Auf einer interaktiven Oberfläche gilt ein elektronischer Stift als ein sehr präzises Werkzeug, welches dem Benutzer aus dem Alltag bekannt ist (Brandl et al., 2008). In der in Abschnitt 4.1.1 vorgestellten Langzeitstudie von Hardy (Hardy, 2012) wird die zu einem Stift parallel verfügbare Maus allerdings subjektiv als schneller und akkurater empfunden. Begründet wird dies damit, dass die Maus kleinere Handbewegungen benötigt und das Antippen mit dem Stift auf entfernten Bereichen des digitalen Tisches die Aufgabe der bequemen Sitzhaltung erfordert. Dabei haben MacKenzie et al. in einer Versuchsreihe herausgefunden (MacKenzie et al., 1991), dass Stift und Maus bei Pointing- und Dragging-Aufgaben in Sachen Geschwindigkeit und Fehlerrate grundsätzlich ähnlich gut abschneiden, wobei die Versuche nur kleinere Bildschirme berücksichtigten. Einen klaren Vorteil hat jedoch der Stift beim Bearbeiten von Diagrammen, was je nach Fachgebiet fester Bestandteil beim wissenschaftlichen Arbeiten sein kann. Apte und Kimura haben in einer Feldstudie gezeigt, dass die Nutzung des Stiftes hierfür doppelt so schnell ist wie mit der Maus (Apte & Kimura, 1993).

Ein relevantes System, in dem ein elektronischer Stift zum Einsatz kommt, ist der *Shared Design Space* von Haller et al. (Haller et al., 2006). Der Stift wird dort vor

allein zur Erstellung von Skizzen benutzt. Wie schon der Umfrage zur *Blended Library* zu entnehmen ist, ist das Anfertigen von Zeichnungen für einige Wissensarbeiter ein wichtiger Bestandteil des wissenschaftlichen Arbeitens (Abschnitt 3.2). Haller et al. bezeichnen den Stift als "ideale Schnittstelle zur Interaktion mit sowohl realem als auch virtuellem Papier". Abbildung 13 zeigt die Umsetzung einer der Interaktionen aus dem Projekt. Bei dem beschriebenen System können unter anderem Dokumente von einem beliebigen Gerät, wie Tablet oder Laptop, auf einen digitalen Tisch gezogen und mit dem Stift annotiert werden.

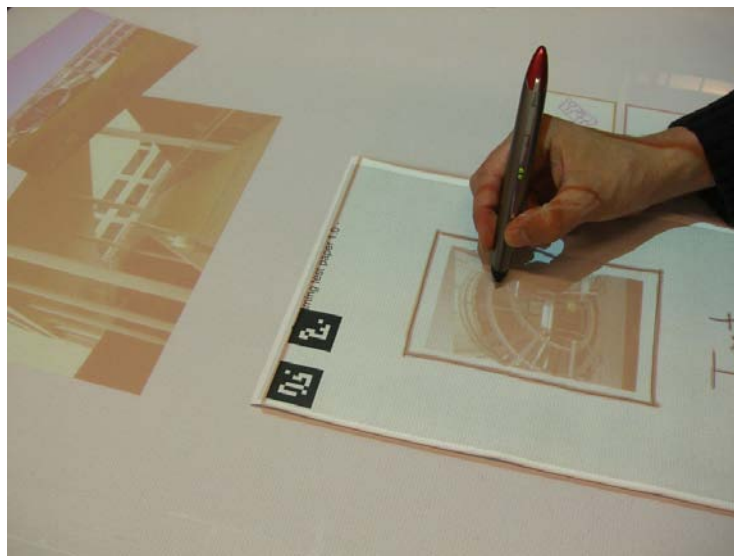


Abbildung 13. Digitale Skizze auf realem Papier im System Shared Design Space (Haller et al., 2006).

Die Möglichkeiten des Einsatzes eines elektronischen Stiftes in Bezug auf Interaktionen fasst Steimle in einem Framework für *Pen-and-Paper User Interfaces* (PPUI) zusammen (Steimle, 2009). Das Framework besteht zum einen aus konzeptionellen Aktivitäten, nämlich Annotieren, Verbinden und Kennzeichnen (*Tagging*) und zum andern aus Kerninteraktionen, wie Einfärben (Schreiben), Klicken, Kombinieren und Assoziieren. Die Kernaktivitäten können ihre Bedeutung ändern, wenn sie auf verschiedenen Bereichen einer Seite oder mit anderen Geräten ausgeführt werden.

Wie zwei Eingabemethoden miteinander kombiniert werden können, zeigen u.a. Matulic und Norrie (Matulic & Norrie, 2013), die Konzepte zur Bearbeitung von Dokumenten auf einem interaktiven Tabletop mit Stift und gleichzeitigen Touch-Gesten beschreiben. Dabei interagiert der Benutzer grundsätzlich mit dem Stift in

der rechten Hand, steuert aber mit der linken Hand per Touch die Funktionsweise des Stiftes. In Abbildung 14 ist eine solche Interaktion beispielhaft zu sehen. Je nachdem ob die linke Hand flach aufliegt oder mit jeweils einer verschiedenen Anzahl an Fingern auf die Oberfläche zeigt, führt der Stift unterschiedliche Aktionen aus. Eine von den Autoren durchgeführte Studie bestätigt, dass die gestenbasierte Steuerung effizienter ist als beispielsweise das Drücken von Tastaturtasten. Ein genannter Nachteil ist, dass der Benutzer dafür sämtliche Gesten erst lernen und sich merken muss. Außerdem wird darauf hingewiesen, dass die Interaktionstechniken primär für Dokumente entwickelt wurden, die aus vielen grafischen Elementen zusammgebaut werden, wie etwa Präsentationsfolien. Für Dokumente mit längeren Texten empfehlen die Autoren die Nutzung einer physischen Tastatur.

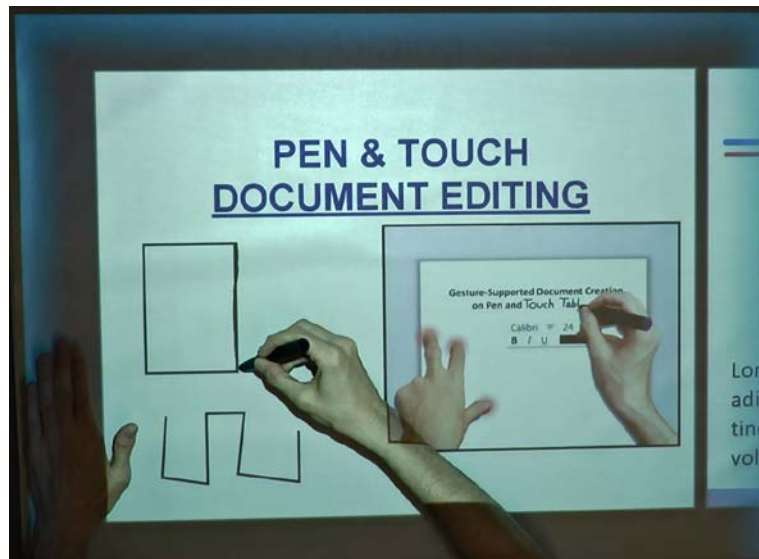


Abbildung 14. Dokumentenbearbeitung auf einem Tabletop mit kombinierter Touch- und Stiftinteraktion (Matulic & Norrie, 2013).

Gegenüber der Maus weist die reine Touch-Eingabe mehrere Nachteile auf. Bei Touch-Interaktionen entsteht zum einen das sogenannten *Fat-Finger-Problem*, d.h. das versehentliche Drücken mehrerer benachbarter Icons (Siek et al., 2005). Zum andern weisen Ryall et al. in ihrer Feldstudie mit interaktiven Tabletops (Ryall et al., 2006) darauf hin, dass die Teilnehmer Bedenken über die Hygiene bei der Nutzung von Touch-Oberflächen äußerten. Besonders relevant für diese Arbeit sind außerdem die Ergebnisse zweier Versuche von Forlines et al., bei denen explizit Touch- mit Maus-Eingaben auf einem Tabletop verglichen wurden (Forlines et al.,

2007). Dabei mussten 12 Teilnehmer jeweils zuerst eine Aufgabe einhändig und danach eine Aufgabe mit beiden Händen bzw. zwei Mäusen lösen. Durch die Auswertung der Ergebnisse wird die klare Empfehlung abgegeben, bei großen horizontalen Displays eine Maus für einhändige Eingaben anzubieten und Touch nur bei Aufgaben zu verwenden, die zwei Hände benötigen. Erwähnenswert ist auch eine frühere Versuchsreihe von Sears und Shneiderman (Sears & Shneiderman, 1991), die die Genauigkeit, Geschwindigkeit und Benutzerpräferenz bei Zielaufgaben ausgewertet haben. Es hat sich herausgestellt, dass sowohl Fehlerrate als auch benötigte Zeit bei beiden Eingabearten ähnlich sind, wobei die Maus leichte Vorteile bei sehr kleinen Zielen aufweist. In Sachen Benutzervorlieben schneidet in ihrer Studie die Maus mit Abstand am besten ab.

#### 4.2.2 HybridPointing

Studien, die Stift und Maus direkt miteinander vergleichen, analysieren dabei in der Regel den Unterschied zwischen direkter und relativer Eingabe. Bei der von Forlines et al. vorgestellten Technik des *HybridPointing* (Forlines et al., 2006) kann ein Stift jedoch sowohl zur direkten als auch zur indirekten Steuerung benutzt werden. Das dort beschriebene Szenario ist das Arbeiten an einer interaktiven Videowand. Die aktuelle Position des Stiftes wird mit einem Infrarot-Trackingsystem identifiziert. Im Normalfall erscheint der Systemzeiger an der Stelle, an der der Stift an der Wand aufgesetzt wird. Zusätzlich wird aber noch ein kleiner Kreis in der Nähe des Stiftkopfs eingeblendet. Berührt der Benutzer diesen Kreis mit einer schnellen Bewegung, ändert sich der Eingabemodus zum relativen Mapping. Abbildung 15 zeigt dieses Umschalten. Der Systemzeiger bewegt sich dann relativ zur Stiftbewegung. Drückt der Benutzer mit dem Stift stärker auf die Oberfläche, wird Dragging aktiviert.



Abbildung 15. Umschalten zwischen absoluter und relativer Eingabe beim HybridPointing (Forlines et al., 2006).

Anhand von zwei durchgeführten Experimenten wird gezeigt, dass die direkte Eingabe zwar bei nahen Objekten effizienter, bei entfernten Objekten jedoch die relative Eingabe deutlich schneller ist. Außerdem wurde herausgefunden, dass selbst auf einem kleinen Tablet die relative Eingabe zu weniger Fehlern geführt hat, auch wenn es dafür etwas länger gedauert hat als mit direkter Eingabe.

Zudem empfehlen die Autoren schließlich, diese Technik bei Systemen zu integrieren, die einen interaktiven Tisch mit vertikalen Monitoren vereinen. Sie schreiben dazu (Forlines et al., 2006):

*HybridPointing users could benefit from the strong affordance and performance of absolute input for close objects, while switching to relative input for distant ones.*

### 4.2.3 Texteingabe

Neben einer konventionellen physischen Tastatur gibt es noch weitere innovative Möglichkeiten zur Eingabe von Texten. Da dem Benutzer bei einer interaktiven Tischfläche noch ein elektronischer Stift zur Verfügung gestellt werden kann, wäre die vermutlich natürlichste Eingabemethode die Erkennung der Handschrift auf dem digitalen Tisch. Allerdings haben Hinrichs et al. eine Evaluation verschiedener Texteingabemethoden auf Tabletops durchgeführt (Hinrichs et al., 2007) und festgestellt, dass das Schreiben mit dem Stift vergleichsweise langsam ist. Zusätzlich werden Genauigkeitsprobleme bei der Schrifterkennung durch die relativ geringe Auflösung von Tablettop-Systemen angeführt. Des Weiteren kann der auf dem Tisch abgelegte Schreibarm die Eingabe verfälschen.

Eine Alternative hierzu ist das Einblenden einer virtuellen Tastatur auf dem Tisch, ein sogenanntes *Soft-Keyboard*. Die Bedienung von virtuellen Tastaturen wird jedoch für längere Texte in Feldstudien als herausfordernd und ungeeignet bezeichnet (Ryall et al., 2006), (Hinrichs et al., 2007). Wigdor et al. erwähnen die Aussage des Teilnehmers ihrer im Abschnitt 4.1.1 vorgestellten Studie (Wigdor et al., 2007): "A reasonable person would not use an on-screen keyboard."

Dabei gibt es aber auch Konzepte, die die Nachteile von Soft-Keyboards durch eine spezielle Anordnung der Tasten aufzuwiegen versuchen. So gibt es das *Layboard*, ein von Kuno et al. vorgestelltes Soft Keyboard (Kuno et al., 2013), welches unterschiedliche Tastengrößen und Formen hat, die auf die gebräuchliche Fingerpositionen abgestimmt sind. Abbildung 16 zeigt ein solches Tastenlayout. Die

Autoren müssen allerdings nach Auswertung einer durchgeführten Studie zugeben, dass eine physische Tastatur in Sachen Effizienz noch außer Konkurrenz ist. Sowohl Geschwindigkeit als auch Fehlerrate sind bei dem Layboard deutlich schlechter.

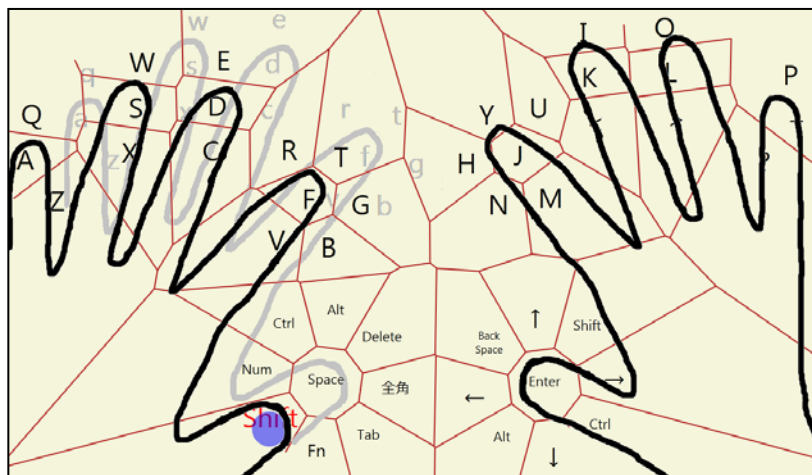


Abbildung 16. Beispiel eines Layboard (Kuno et al., 2013).

Eine weitere Möglichkeit der Texteingabe wäre außerdem die Integration von Spracherkennung. Nach Oviatt et al. sind die Vorteile von Spracheingaben vor allem Schnelligkeit, Verarbeitung vieler Informationen und die relativ leichte Benutzbarkeit (Oviatt et al., 2000). Zudem weisen sie darauf hin, dass dadurch solche Benutzer unterstützt werden, die eine Sehschwäche oder eine körperliche Behinderung aufweisen. Gleichzeitig merken sie aber auch an, dass Benutzer mit Hörschäden, starkem Akzent oder einer Erkältung benachteiligt werden. Von diesen Sonderfällen abgesehen, wäre die Eingabe per Sprache durchaus eine Alternative zu einer herkömmlichen Tastatur. Allerdings wird diese Möglichkeit in dieser Arbeit nicht näher untersucht, da das System für den Einsatz in einer Bibliothek konzipiert wird. Da in Bibliotheken nach Möglichkeit nicht gesprochen werden soll, ist eine Sprachsteuerung vorerst keine Option.

## 5 Entwickelte Konzepte

Auf Grundlage der definierten Schlüsselanforderungen (Abschnitt 3.3) und verwandter Arbeiten (Kapitel 4) wurden verschiedene Konzepte entwickelt, die das Erstellen einer wissenschaftlichen Arbeit an einem interaktiven Tisch unterstützen.

Bei der Entwicklung der Konzepte wurde das Framework der *Blended Interaction* (Abschnitt 2.1.2) (Jetter et al., 2014) angewendet. So wurde betreffend der Designdomänen identifiziert, dass sich der typische Arbeitsplatz eines Wissensarbeiters, das heißt das physikalische Umfeld, sehr gut dazu eignet, interaktive Flächen einzusetzen (Abschnitt 5.1). Ergänzt wird der Arbeitsplatz durch einen elektronischen Stift, der die Anforderungen der Domäne der individuellen Interaktion umsetzt und eine für den Wissensarbeiter natürliche Eingabemethode bietet (Abschnitt 5.2). Unter Einsatz des *Conceptual Blending* bietet das System verschiedene Komponenten zur Erstellung eines Manuskriptes. So werden die physikalischen Eigenschaften eines Blattes Papier, nämlich die Beschreibbarkeit mit einem Stift und das Ablegen auf einem Tisch, mit der üblichen Funktionalität von digitalen Auflistungsansichten verschmolzen. Das Ergebnis ist eine separate Visualisierung des zu erstellenden Dokumentes mit der Möglichkeit, darin die inhaltliche Gliederung zu erarbeiten, Notizen anzulegen und Informationen zu strukturieren (Abschnitt 5.3). Auch die *Leitmotive der Reality-Based Interaction* (Abschnitt 2.1.1) (Jacob et al., 2008), die unter anderem bei der Erstellung und Verwaltung von Aufgabennotizen angewendet werden, kommen zum Einsatz. So können digitale Haftzettel erzeugt werden, die auf dem interaktiven Tisch über eine zweihändige Interaktion beliebig angeordnet und einzelnen Dokumentabschnitten zugeordnet werden können (Abschnitt 5.5.2).

In diesem Kapitel werden die Interaktionskonzepte und deren prototypische Umsetzung in Form eines benutzbaren Systems vorgestellt.

### 5.1 Aufbau

Das System besteht aus einem interaktiven Schreibtisch, der durch einen schwenkbaren vertikalen Monitor, einer kabellosen Tastatur und einem *Anoto*<sup>8</sup>-Stift

---

<sup>8</sup> <http://www.anoto.com/> (abgerufen am 28.06.2014).

ergänzt wird. Abbildung 17 zeigt den Aufbau und das Setting des prototypisch umgesetzten Systems.

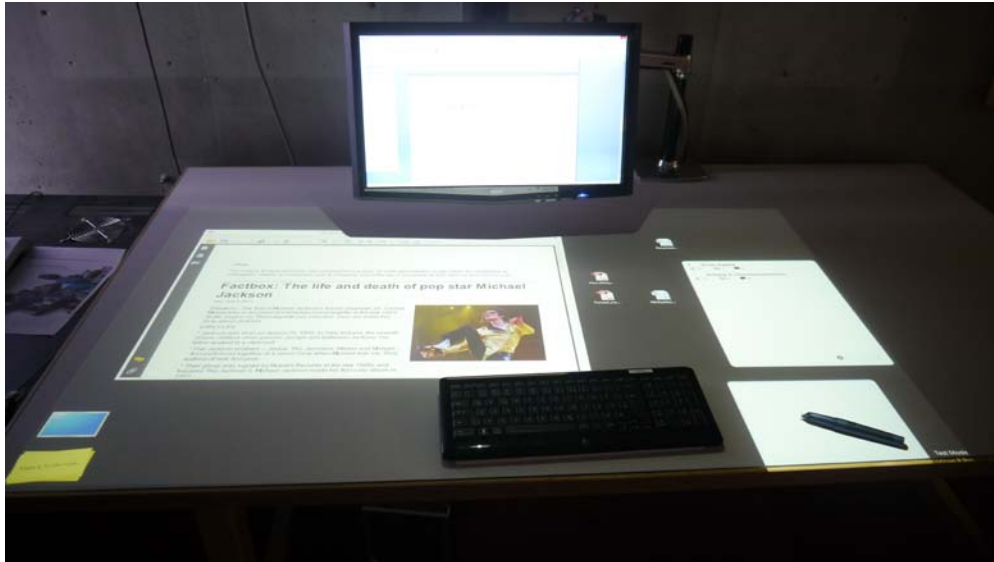


Abbildung 17. Blick auf den Prototyp.

Damit wird zum einen die Empfehlung von Morris et al. umgesetzt, die ein solches hybrides Setting anregen, um die aufgabenspezifischen Vorlieben der Benutzer zu berücksichtigen (Morris et al., 2007). Zum anderen wird die Erkenntnis von Hardy in seiner in Abschnitt 4.1.1 vorgestellten Feldstudie (Hardy, 2012) als Leitmotiv angewendet:

*The monitor was an area for focused tasks while the desk became an area for peripheral awareness, organisation, sub-task triage, group review, and the buffering of files and notes.*

Die unterschiedlichen Aufgaben während des Arbeitsprozesses sind daher in zwei räumliche und logische Bereiche aufgeteilt. Der eine Bereich besteht aus Aufgaben, die konzentriertes längeres Arbeiten erfordern. Dabei handelt es sich hauptsächlich um das Verfassen des endgültigen Dokumentinhaltes, wofür ausschließlich der vertikale Monitor genutzt wird. Der zweite Bereich bildet alle übrigen Tätigkeiten ab und unterstützt vor allem die Kreativität und Informationsorganisation. Diese Aktionen finden auf dem Tisch statt.

Es handelt sich dabei nicht um eine isolierte Anwendung. Der Tisch erweitert mithilfe eines an der Decke angebrachten Projektors den normalen Desktop des



vertikalen Monitors und ermöglicht somit die Nutzung jedes beliebigen Programms zur Organisation von Dokumenten und Informationen. Applikationsfenster und Dokumente können auf dem Tisch sowohl per Touch als auch mit dem Stift geöffnet, verschoben und geschlossen werden. Dadurch soll dem Benutzer keine strikte Arbeitsweise vorgegeben, sondern vielmehr eine Sammlung an Hilfsmitteln angeboten werden, um das Arbeiten mit den vom Benutzer bevorzugten Werkzeugen zu unterstützen.

Die Tischoberfläche besteht aus mehreren Schichten, um sowohl Touch- als auch Stifteingaben zu ermöglichen. Der Aufbau basiert auf dem *Integrative Workplace* (Gebhardt et al., 2014) und ist in Abbildung 18 dargestellt. Auf der Tischplatte ist eine Glasscheibe mit daruntergeklebter *Displax*<sup>9</sup>-Folie angebracht, welche Fingerberührungen anhand kapazitiver Spannungsunterschiede erkennt. Die Koordinaten der Berührungspunkte werden über einen USB-Anschluss an einen Computer gesendet, der mittels eines Treibers Touch-Ereignisse im Betriebssystem auslöst. Auf der Glasscheibe befindet sich eine mit *Anoto*-Muster bedruckte Folie, um Stiftinteraktionen zu unterstützen. Die Funktionsweise wird in Abschnitt 5.2 näher erläutert.

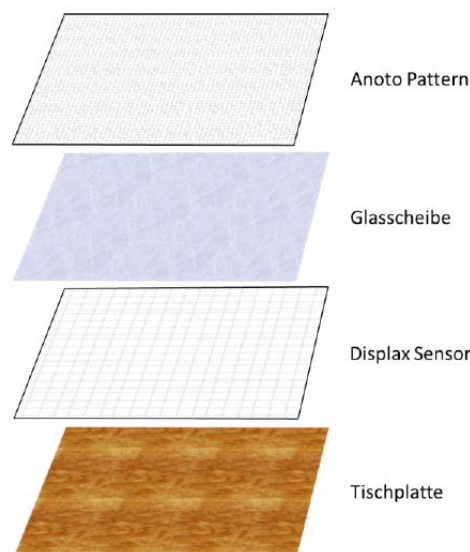


Abbildung 18. Schichten des interaktiven Schreibtisches (Gebhardt, Oktober 2013).

<sup>9</sup> <http://www.displax.com/> (abgerufen am 19.5.2014).

Die Softwareelemente sind mit dem *Microsoft .net*-Framework in der Programmiersprache C# umgesetzt. Dies ermöglicht die Einbindung verschiedener Bibliotheken zur Kommunikation mit *Microsoft Word* und *Adobe Acrobat* sowie die Nutzung der *Windows Presentation Foundation* (WPF) und des *Surface 2.0 Software Development Kit*<sup>10</sup> zur Erstellung von Touch-optimierten Bedienoberflächen. Details zur Implementierung der einzelnen Komponenten wurden in dem dieser Arbeit vorangegangenen Projektbericht beschrieben.<sup>11</sup>

## 5.2 Stiftinteraktion

Wie der Anforderungsanalyse zu entnehmen ist, ist der Stift ein beliebtes Hilfsmittel beim wissenschaftlichen Arbeiten (vgl. Abschnitte 3.1 und 3.2). Daher ist ein *Anoto*-Stift fester Bestandteil des Systems. Mit ihm lassen sich auf dem Tisch Objekte anordnen, Textpassagen markieren, digitale Notizen erstellen und Zeichnungen anfertigen. Beim Arbeiten mit dem Prototyp hat sich der Stift zudem als deutlich präziser erwiesen als Touch-Interaktionen, was den Erkenntnissen aus anderen Arbeiten entspricht (z.B. (Brandl et al., 2008), (Leitner et al., 2009)).

Im entwickelten Prototyp ersetzt der Stift sogar die herkömmliche Maus. Dabei wird die Idee des *HybridPointing* (Abschnitt 4.2.2) (Forlines et al., 2006) angewendet, nach der sowohl absolute als auch relative Stifteingaben möglich sind. Hierfür wird auf dem Tisch ein digitales Mousepad eingeblendet. Setzt der Benutzer den Stift auf dieses Mousepad auf, wird der Mauszeiger relativ gesteuert. Bei einem sehr kurzen Aufsetzen wird ein Klick ausgeführt. Außerhalb des Mousepads erfolgt die Eingabe direkt. Zum einen sind somit alle Bereiche des Tisches erreichbar, ohne dabei die Sitzhaltung aufgeben zu müssen, und zum anderen muss das Eingabegerät nicht ständig gewechselt werden. Bei einem benötigten Wechsel des Mediums ist es wahrscheinlich, dass sich der Benutzer langfristig für eine bestimmte Methode entscheidet und die Alternative gar nicht mehr benutzt wird. So war es auch bei der Feldstudie von Hardy (Hardy, 2012), der nach einiger Zeit den Stift nur noch selten benutzte, da die parallel verfügbare Maus als ausreichend empfunden wurde.

Das einfache Klicken und Bewegen des Mauszeigers deckt allerdings noch nicht alle benötigten Interaktionen ab. Es muss auch möglich sein, Objekte zu greifen und zu

---

<sup>10</sup> <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff727815.aspx> (abgerufen am 6.7.2014).

<sup>11</sup> "Technischer Bericht zum Master-Projekt", vorgelegt von Ingo Hofmann am 30. Juni 2014.

ziehen (*Drag-and-Drop*) sowie Rechtsklicks durchzuführen, um Kontextmenüs zu öffnen. Der *Anoto*-Stift besitzt jedoch keine Knöpfe. Daher wurde das System um Fußpedale erweitert (Abbildung 19). Diese werden über USB angeschlossen und können über eine mitgelieferte Software so konfiguriert werden, dass das Betätigen eines Pedals einen Rechts- bzw. Linksklick auslöst.



Abbildung 19. *Scythe USB Foot Switch 2 Double*.<sup>12</sup>

Nach einem Praxistest am Prototyp wurde das linke Pedal dem Rechtsklick und das rechte Pedal dem Linksklick zugewiesen. Diese Belegung erschien beim Ausprobieren des Systems intuitiv und geht auf eine Autopedale-Metapher zurück (Gas- und Bremspedal). In Anlehnung an Buxtons Drei-Zustände-Modell (Buxton, 1990), lässt sich die allgemeine Stiftinteraktion wie in Abbildung 20 zusammenfassen.

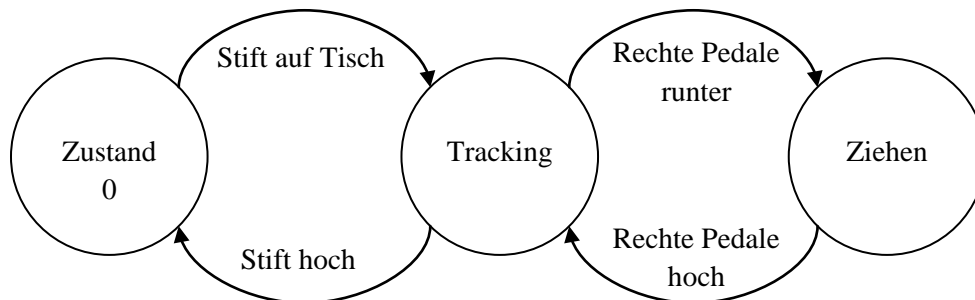


Abbildung 20. *Angewendetes Drei-Zustände-Interaktions-Modell*.

<sup>12</sup> Bildquelle: <http://www.scythe-eu.com/produkte/pc-zubehoer/usb-foot-switch-ii.html> (abgerufen am 20.5.2014).

Ermöglicht wird die Stiftinteraktion auf dem Tisch durch den Einsatz des *Anoto Digital Pen*<sup>13</sup>. Dabei handelt es sich um einen elektronischen Stift der Firma *Anoto*, an dessen Schreibkopf eine kleine Kamera angebracht ist. Setzt man den Stift auf eine mit einem speziellen Muster bedruckte Folienoberfläche auf, erkennt der Stift anhand des mit seiner Kamera aufgenommenen Oberflächenmusters die genaue Position der Stiftmine auf der Folie und übermittelt diese per Bluetooth oder USB an beliebige Endgeräte. Die Positionsbestimmung wird durch sogenannte "Mikropunkte" ermöglicht, die über die gesamte Oberfläche individuell verteilt aufgedruckt werden. Ein Softwaretreiber kann das von der Kamera aufgenommene einzigartige Muster auswerten und bestimmt dadurch die Koordinaten der momentanen Stiftposition. Allerdings können nur kleinere Flächen bedruckt werden, wie etwa DIN-A4-Seiten. Für den Tisch müssen daher mehrere bedruckte Seiten verbunden werden. Für die Positionserkennung unter Berücksichtigung mehrerer *Anoto*-Seiten kommt eine Softwarelösung der Fachhochschule Hagenberg zum Einsatz. Diese wurde im Rahmen des Projektes *NiCE Discussion Room* (Haller et al., 2010) implementiert und verfolgt den Zweck, die Benutzung des *Anoto Digital Pen* auf großen Oberflächen zu ermöglichen. Über einen entsprechenden Treiber werden die Signale des Stiftes ausgewertet, die Koordinaten berechnet und Touch-Ereignisse im Betriebssystem ausgelöst, die dann im Prototyp behandelt werden.

### 5.3 Dokumentstrukturansicht

Beim Öffnen eines *Microsoft Word*-Dokumentes wird auf dem interaktiven Tisch eine sogenannte "Dokumentstrukturansicht" eingeblendet. Es handelt sich dabei um ein Oberflächenelement, mit dem die Struktur des Dokumentes manipuliert und zusätzliche Informationen, wie etwa Notizen oder Zitate, einzelnen Kapiteln zugeordnet werden können. Die Komponente hat zwei primäre Einsatzzwecke: Zum einen soll sie ein Hilfsmittel für die Erstellung des Manuskriptes innerhalb eines typischen Arbeitsprozesses (Abschnitt 1.1) sein. Dabei wird die Erkenntnis aus der Befragung potenzieller Benutzer berücksichtigt, dass die Gliederung meistens außerhalb des eigentlichen Dokumentes erarbeitet wird (Abschnitt 3.1). Zum anderen dient die Strukturansicht dazu, um während des gesamten Schreibprozesses die Übersicht über das Dokument zu behalten. Der Benutzer kann sie als Hilfsmittel zum Wechseln in ein anderes Kapitel benutzen und sieht außerdem auf einen Blick,

---

<sup>13</sup> <http://www.anoto.com/lng/en/mode/sublist/documentId/1150/pid/480/> (abgerufen am 19.5.2014).

welche Abschnitte noch bearbeitet werden müssen. Abbildung 21 zeigt die Dokumentstrukturansicht am Beispiel dieser Thesis. Sie listet alle Dokumentabschnitte auf und gibt unter jeder Überschrift von links nach rechts jeweils die Anzahl der geschriebenen Wörter, der zu erledigenden Aufgaben und geplanten Zitate an. Basierend auf Shneidermans Mantra zur Informationssuche, "Overview first, zoom and filter, then details-on-demand" (Shneiderman, 1996), kann der Benutzer zu einem bestimmten Abschnitt scrollen und erhält erst bei der Berührung einer Überschrift weitere Details zum ausgewählten Abschnitt. Das Konzept ähnelt dem *HyperGrid* von Jetter et al. (Jetter et al., 2005), der eine klassische Tabellenansicht mit Konzepten der *Zoomable User Interfaces* kombiniert, um komplexe heterogene Informationsbereiche darstellen zu können.

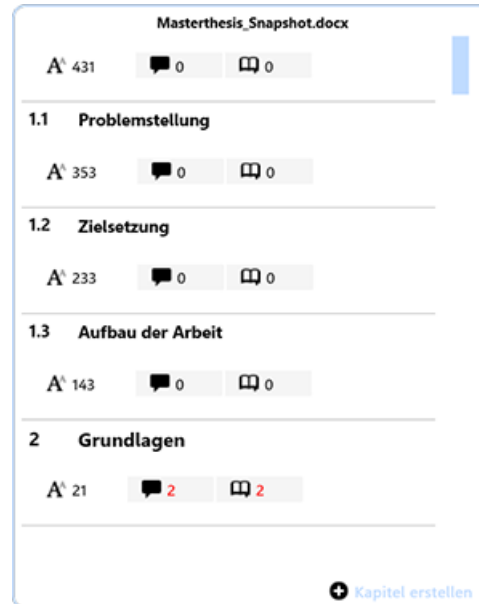


Abbildung 21. Dokumentstrukturansicht.

Die Icons unter einer jeden Überschrift bilden eine Reiternavigation. Der erste Reiter enthält Angaben zum geplanten Inhalt, der zweite listet die zu erledigenden Aufgaben und der dritte Reiter die noch nicht verwendeten Zitate auf. Wählt der Benutzer in der Strukturansicht ein Kapitel aus, wechselt zeitgleich der Fokus im geöffneten *Word*-Dokument in den entsprechenden Abschnitt. Umgekehrt funktioniert es ebenfalls. Wird der Fokus während des Verfassens im Dokument in einen neuen Abschnitt gesetzt, öffnen sich in der Strukturansicht die Details des entsprechenden Kapitels. Somit erhält der Benutzer während des Schreibens parallel auf dem Tisch alle Metainformationen zum aktuellen Abschnitt.

Die Gliederung kann jederzeit sowohl direkt im Dokument selbst als auch in der Strukturansicht angepasst werden. Die Strukturansicht synchronisiert sich automatisch, wenn das Dokument gespeichert wird. Dadurch kann der Benutzer wie gewohnt in *Word* Abschnitte erstellen, löschen oder die Gliederungsebene anpassen. Sobald die Änderungen gespeichert werden, werden sie in der Strukturansicht berücksichtigt.

Bevorzugt der Benutzer aber die Erarbeitung der Gliederung außerhalb des Dokumentes, kann er neue Kapitel auch in der Strukturansicht auf dem Tisch anlegen. Dazu wird in der Strukturansicht auf "Kapitel erstellen" gedrückt, woraufhin sich ein Dialogfenster zur Eingabe der Überschrift und Auswahl der Gliederungsebene öffnet. Nach Angabe dieser Informationen wird der neue Abschnitt automatisch am Ende des Dokumentes eingefügt. Dieser kann danach innerhalb der Strukturansicht an eine beliebige Stelle verschoben werden, indem mit dem Stift oder einem Finger auf die Überschrift gedrückt und dann auf die gewünschte Position gezogen wird.

#### 5.4 Zitate einbinden

Bei der Anfertigung wissenschaftlicher Arbeiten ist das korrekte Belegen von Quellen nicht nur gesetzliche Vorschrift, sondern auch entscheidendes Kriterium bei der späteren Bewertung der Qualität der Arbeit (Theisen, 2011, p. 140). Mit Quellenbeleg ist im Folgenden das Einbinden eines Zitates gemeint, das entweder aus einer direkten oder einer indirekten Textübernahme besteht. Technisch ist ein Zitat ein Funktionsfeld im *Word*-Dokument, das auf eine Quelle im Literaturverzeichnis verweist.

Für den entwickelten Prototyp wird angenommen, dass relevante Literaturquellen als PDF-Dateien auf dem Desktop des interaktiven Tisches angeordnet sind. Diese können mithilfe der Dokumentstrukturansicht einzelnen Abschnitten zugeordnet werden, in denen die Quellen später zitiert werden sollen. Für indirekte Zitate zieht der Benutzer mit dem Stift die PDF-Dateiverweise auf dem Desktop in den gewünschten Abschnitt in der Dokumentstrukturansicht. Für ein direktes Zitat wird ein PDF-Dokument auf dem Tisch geöffnet, eine Textpassage mit dem Stift markiert und diese Passage ebenfalls in die Dokumentstrukturansicht geschoben (Abbildung 22). Beim Loslassen über der Strukturansicht wird der Titel der Quelle und bei direkten Zitaten auch der Anfang des kopierten Textabschnittes als unbenutztes Zitat im entsprechenden Reiter aufgelistet. Somit erhält der Benutzer jederzeit eine Übersicht darüber, in welchen Abschnitten noch welche Quellen zitiert werden müssen.

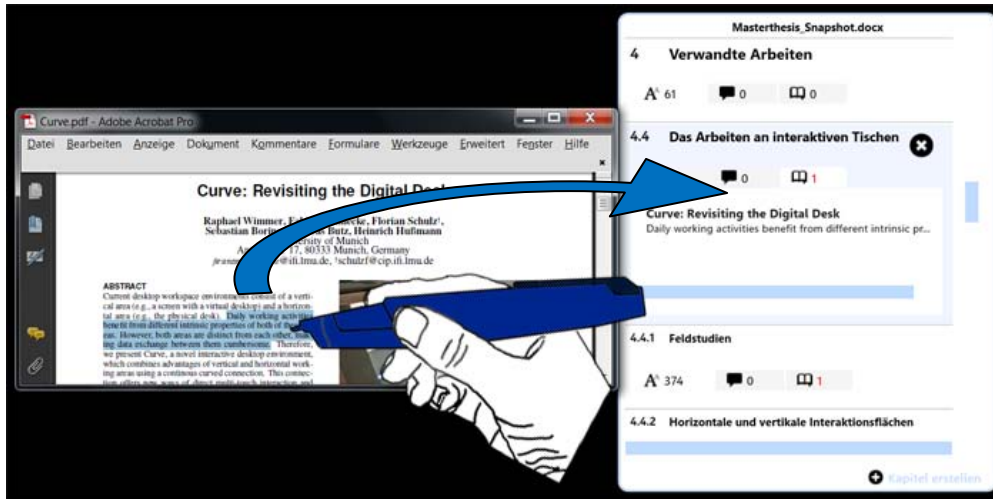


Abbildung 22. Zuweisung eines direkten Zitates zu einem Dokumentabschnitt.

Die mit der vorgestellten Methode zugewiesenen Zitate können während des Verfassens eines Abschnittes mithilfe einer im *Word*-Dokument eingeblendeten Leiste (Abbildung 23) benutzt werden. Dabei werden seitlich alle unbenutzten Quellen des fokussierten Abschnittes aufgelistet und können per *Drag-and-Drop* an eine beliebige Stelle innerhalb des Textabschnittes gezogen werden. Bei direkten Zitaten wird die zu zitierende Textpassage kursiv eingefügt und ein Zitatfeld angehängt. Bei indirekten Zitaten wird nur ein Zitatfeld eingefügt. Wenn die Quelle zum ersten Mal zitiert wird, wird sie automatisch dem Literaturverzeichnis hinzugefügt. Wurde ein Zitat in das Dokument gezogen, verschwindet es aus der Liste der unbenutzten Zitate sowohl im Dokument als auch in der Dokumentstrukturansicht. Somit behält der Benutzer stets die Übersicht darüber, in welchen Abschnitten er noch geplante Zitate einarbeiten muss.

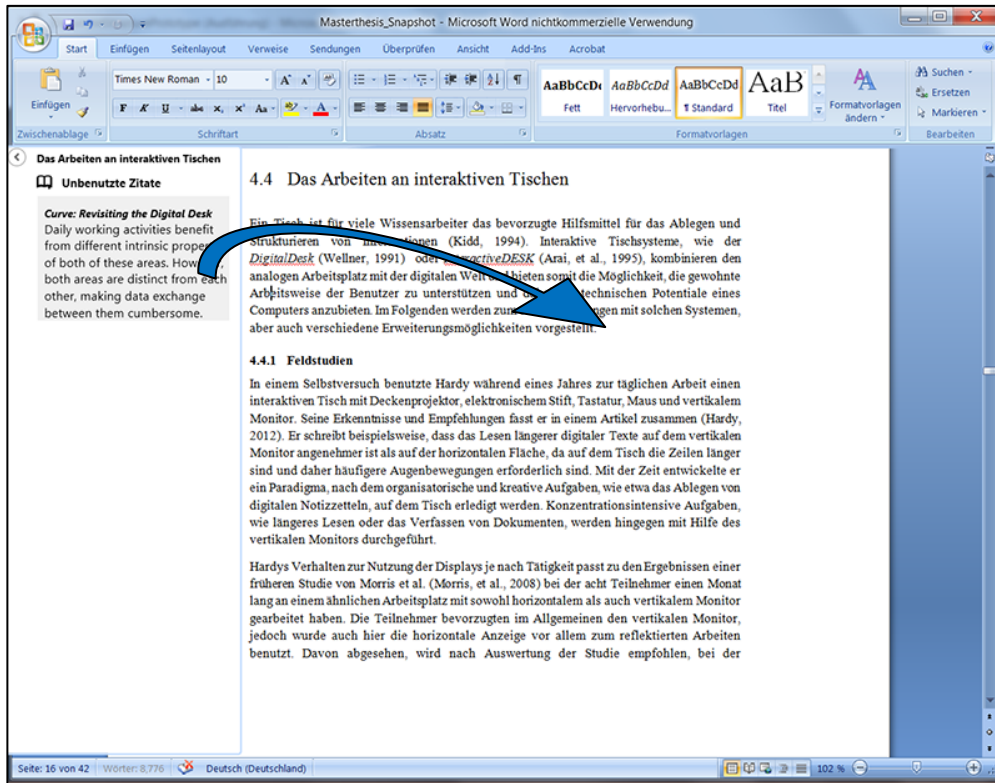


Abbildung 23. Seitliche Leiste innerhalb eines Word-Dokumentes zum Einfügen unbenutzter Zitate.

Das System unterstützt die Übernahme von Textpassagen sowohl aus PDF-Dokumenten als auch aus Websites, E-Mails<sup>14</sup> und *Powerpoint*-Präsentationen. Das automatisierte Einfügen eines Zitatfeldes ist mit dem Prototyp jedoch nur bei Zitaten aus PDF-Dateien möglich, da jede Quelle vorher manuell mit Angabe des Titels und der Autoren in einer XML-Datei konfiguriert werden muss. Beim Ziehen einer Textpassage in die Dokumentstrukturansicht ermittelt das System die zuletzt aktive PDF-Datei über den Prozessmanager des Betriebssystems und liest dann die Metainformationen der Quelle aus der XML-Konfigurationsdatei aus. Diese Datei enthält für jede Quelle auch den PDF-Dateinamen. Zitierte Textpassagen, die nicht aus PDF-Dokumenten stammen, können dennoch in das Dokument eingefügt

<sup>14</sup> Falls die E-Mail in einem Web-Browser oder mit *Microsoft Outlook* oder *Mozilla Thunderbird* geöffnet wurde. Liegt der kopierte Text nicht im HTML-Format vor, geht der Prototyp davon aus, dass er aus einem PDF-Dokument stammt.



werden, erhalten dann aber kein Zitatfeld. Zukünftig könnte das System so erweitert werden, dass die Metadaten zu einer Quelle automatisch aus einem Literaturverwaltungsprogramm oder aus Onlineverzeichnissen ausgelesen werden.

## 5.5 Notizen

Das System unterstützt das Anlegen von zwei verschiedenen Arten an Notizen. Zum einen sind das Stichwörter zum geplanten Inhalt eines Abschnittes. Zum anderen können Aufgaben definiert werden, die in der Zukunft zu erledigen sind.

### 5.5.1 Geplanter Inhalt

In der Dokumentstrukturansicht können jeweils im ersten Reiter einer Abschnittsdetailansicht Angaben darüber gemacht werden, was in dem Abschnitt beschrieben werden soll. Hierfür wird direkt in der Dokumentstrukturansicht ein Texteingabefeld angeboten. Dadurch können Notizen sowohl über die Tastatur eingegeben als auch aus digitalen Dokumenten hineingezogen werden. Die erstellten Stichpunkte werden oberhalb des Eingabefeldes aufgelistet und können durch die Berührung eines Icons wieder entfernt werden. Abbildung 24 zeigt die Auflistung der Inhaltsnotizen eines Abschnittes.

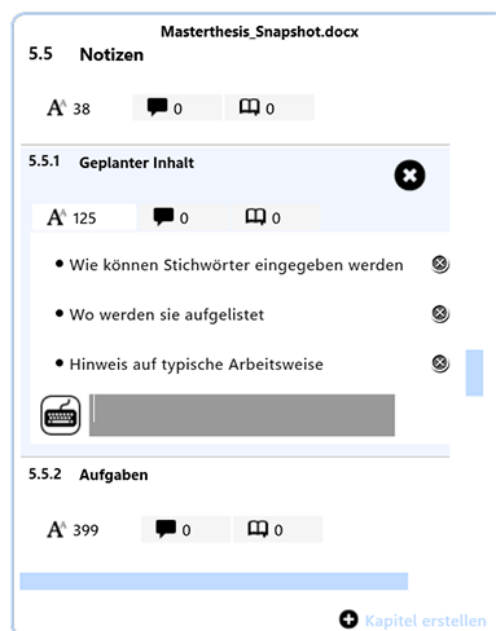


Abbildung 24. Auflistung der Inhaltsnotizen eines Abschnittes.

Das Anlegen von Stichwörtern zum geplanten Inhalt außerhalb des eigentlichen Dokumentes bildet genau die übliche Arbeitsweise vieler Autoren ab, wie den Ergebnissen der vorangegangenen Benutzerbefragung zu entnehmen ist (Abschnitt 3.1). Dabei wird zusätzlich sichergestellt, dass die Notizen jederzeit lesbar, strukturiert und dauerhaft abgelegt sind.

### 5.5.2 Aufgaben

Während der Erstellung dieser Thesis fielen neben dem Verfassen des Dokumentes auch einige organisatorische Tätigkeiten an. Beispielsweise mussten Änderungen an der Gliederung mit dem Betreuer abgesprochen, Bilder des Prototyps nach einer Überarbeitung des Designs ausgetauscht oder weitere Literaturrecherchen zu einem bestimmten Unterkapitel durchgeführt werden. Für die Organisation solcher Aufgaben bietet das System die Erstellung digitaler Haftnotizen, die auf dem interaktiven Tisch beliebig platzierbar sind und zusätzlich mehreren Dokumentabschnitten zugeordnet werden können. Hierzu wird ein Haftzettelblock am linken unteren Rand der Tischoberfläche eingeblendet. Ein neuer Notizzettel wird erstellt, indem der Block mit dem elektronischen Stift berührt wird. Mit dem Stift kann der dadurch erstellte Haftzettel an eine beliebige Stelle auf dem Tisch gezogen werden. Drückt der Benutzer auf ein auf dem Zettel befindliches Tastatur-Icon, wird ein Texteingabefeld eingeblendet, sodass eine Beschriftung eingegeben werden kann.

Die Idee der Haftzettel basiert auf der Arbeitsweise, die Hardy in seiner Langzeitstudie beschreibt (Abschnitt 4.1.1) (Hardy, 2012). Er benutzt für die Organisation seiner Aufgaben ebenfalls Haftzettel, die er je nach Dringlichkeit auf dem Tisch anordnet. Dringend zu erledigende Aufgaben positioniert er näher an der Tastatur, andere hingegen verschiebt er in entferntere Bereiche des Tisches.

Aufgaben können einem oder mehreren Abschnitten zugewiesen werden, indem der jeweilige Haftzettel mit einer auf *Drag-and-Pop* (Baudisch et al., 2003) basierten Interaktionstechnik in die Dokumentstrukturansicht gezogen wird. Die Technik kombiniert, in Anlehnung an die Konzepte von Matulic und Norrie (Abschnitt 4.2.1) (Matulic & Norrie, 2013), die Eingabe durch Touch mit dem elektronischen Stift. Der Benutzer legt dabei einen Finger auf den Haftzettel und zieht mit dem Stift in der anderen Hand den Zettel an die gewünschte Stelle. Der eigentliche Zettel bleibt währenddessen an seiner ursprünglichen Position und eine lang gezogene Kopie von ihm wird verschoben. Abbildung 25 zeigt diese Interaktionstechnik. Der Vorteil dieser Methode ist, dass das Objekt nicht direkt mitverschoben wird und daher die

gewählte Anordnung auf dem Tisch nicht versehentlich zerstört wird. Analog zum Verhalten bei unbenutzten Zitaten (Abschnitt 5.4) werden unerledigte Aufgaben in einem separaten Reiter eines Abschnittes innerhalb der Dokumentstrukturansicht aufgelistet und die Anzahl in der Reiterleiste mit einer roten Zahl dargestellt, falls die Liste nicht leer ist. So wird gewährleistet, dass der Benutzer jederzeit einen Überblick darüber hat, in welchen Abschnitten noch etwas zu tun ist.

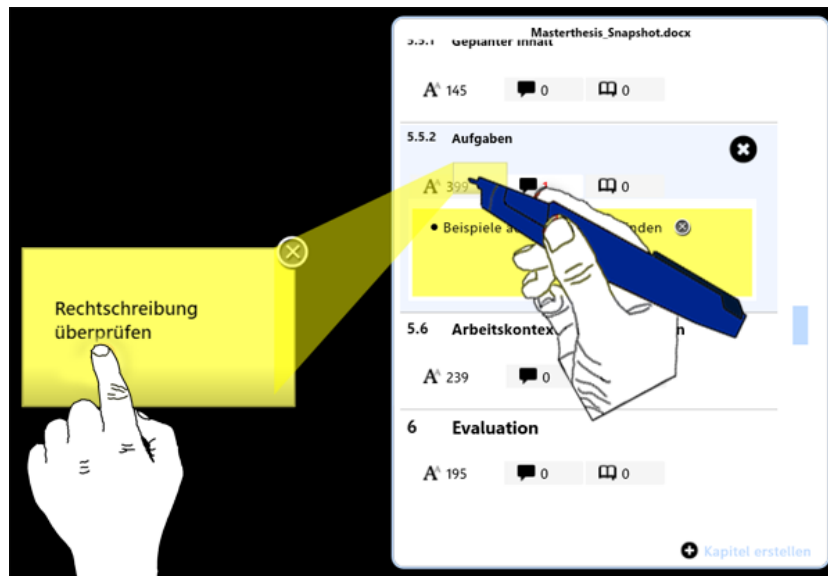


Abbildung 25. Zuweisung einer Aufgabennotiz zu einem Abschnitt per Drag-and-Pop.

## 5.6 Arbeitskontext wiederherstellen

Oft werden benutzte Literaturquellen während des Verfassens auf einem zweiten Monitor oder im Hintergrund offengehalten (Abschnitt 3.1). Die Sammlung an digitalen Dokumenten, die während des Arbeitens an einem Abschnitt geöffnet sind, wird in dieser Arbeit als Arbeitskontext bezeichnet. Inspiriert vom *Kimura*-System (Volda et al., 2002) wird automatisch der Arbeitskontext alle zehn Sekunden ausgelesen und in Form von Miniaturansichten in der Dokumentstrukturansicht aufgelistet. Der Prototyp identifiziert konkret die mit *Adobe Acrobat* geöffneten PDF-Dateien sowie Webseiten, die mit dem *Microsoft Internet Explorer* oder *Mozilla Firefox* geladen wurden. Neben jedem Listeneintrag befindet sich zudem ein Button zum Entfernen des Elementes aus dem Arbeitskontext. In Abbildung 26 ist zu sehen, wie der Arbeitskontext eines Abschnittes dargestellt wird.

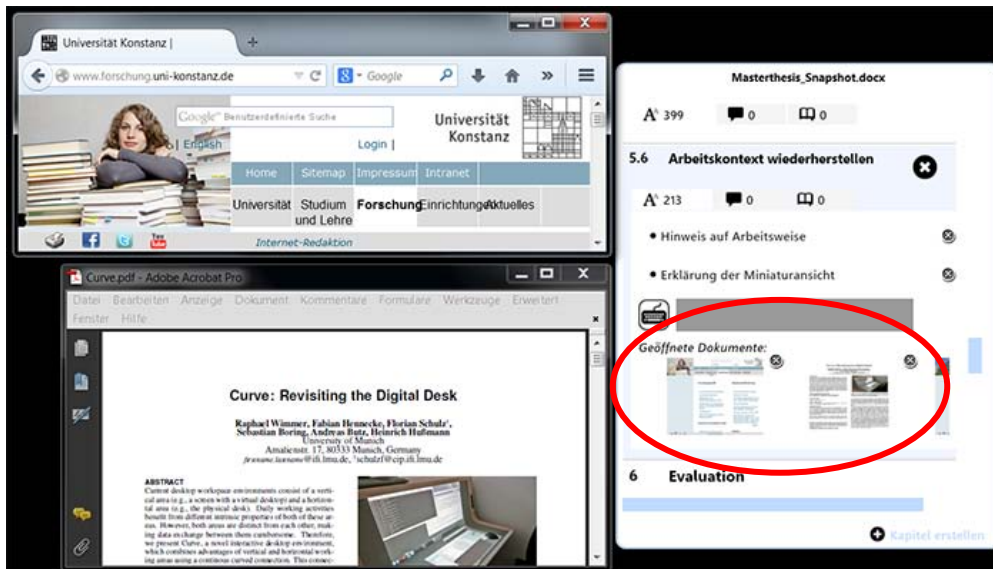


Abbildung 26. Anzeige des Arbeitskontextes eines Abschnittes.

Drückt der Benutzer mit dem Stift oder einem Finger auf eine Miniaturansicht, öffnet sich das Dokument bzw. die Webseite. Somit kann der Benutzer nicht unmittelbar benötigte Dateien schließen, ohne befürchten zu müssen, diese zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr ohne erheblichen Aufwand finden zu können. Außerdem legt das System automatisch für jede geöffnete PDF-Datei eine Kopie an und legt diese in einem zentralen Verzeichnis ab, sodass sichergestellt ist, dass das Dokument jederzeit verfügbar ist.

## 6 Evaluation

In diesem Kapitel werden anhand des in Kapitel 5 beschriebenen Prototyps folgende Fragestellungen beantwortet:

- a. Ist die entwickelte Dokumentstrukturansicht auf einer horizontalen Fläche hilfreich im Prozess der Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit?
- b. Unterstützt das System die bevorzugte Arbeitsweise der Benutzer?
- c. Wie gut ist die Usability<sup>15</sup> des entwickelten Systems?

Zusätzlich soll herausgefunden werden, ob die horizontale Fläche im Kontext der Erstellung von wissenschaftlichen Arbeiten tendenziell als hilfreich angesehen wird. Für die Beantwortung dieser Fragen wurden in einem iterativen Vorgehen mehrere Expertenbenutzer über ihre Meinung zum System befragt. Dabei sollten die Experten ihre bisherige Arbeitsweise beim Erstellen von wissenschaftlichen Arbeiten mit den Möglichkeiten des Prototyps abgleichen. Hierfür wurden zum einen qualitative Daten durch verschiedene Methoden der *Usability Inspection* nach Nielsen (Nielsen, 1994) erhoben, zum anderen wurde aber auch eine empirische Studie durchgeführt.

In einem ersten Schritt wurden die einzelnen Funktionen des Prototyps in einem Design-Walkthrough demonstriert und anschließend auf Basis der Kritiken überarbeitet (Abschnitt 6.1). Nach dem Ausprobieren verschiedener Hardware-Plattformen (Abschnitt 6.2) wurden die Konzepte und deren prototypische Umsetzung von Experten bewertet (Abschnitt 6.3). Die Ergebnisse dieser Expertenstudie führten zu neuen Konzepten und Verbesserungen des Systems, die in Abschnitt 6.4 vorgestellt werden. In Abschnitt 6.5 wird schließlich eine am Ende durchgeführte quantitative Evaluation in Form eines Usability-Testes beschrieben.

### 6.1 Erster Design-Walkthrough

Eine erste Version des entwickelten Prototyps wurde im Rahmen einer Abschlusspräsentation des dieser Arbeit vorangegangenen Masterprojektes vorgestellt. Das Publikum setzte sich zusammen aus einem Professor, sechs

---

<sup>15</sup> Im Sinne der Definition aus ISO-9241-11 (ISO/TC 159, 1998): *the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use.*

Doktorandinnen und Doktoranden und einem Studenten aus der Arbeitsgruppe Mensch-Computer-Interaktion der Universität Konstanz.

Das Vorgehen ähnelte der Methode des *Pluralistic Usability Walkthrough* von Bias (Bias, 1994). Zuerst wurden der Kontext und die Idee des Systems erläutert. Danach wurden die einzelnen Funktionalitäten durch eine *Powerpoint*-Präsentation vorgestellt. Anschließend wurden diese noch am laufenden Prototyp anhand eines Szenarios demonstriert. Hierfür wurden ein leeres *Word*-Dokument und drei PDF-Dateien mit Informationen über einen bekannten Musiker auf dem interaktiven Tisch abgelegt. Vor den Zuschauern erarbeitete der Autor mithilfe der Dokumentstrukturansicht eine Gliederung. Zu einem Abschnitt wurden Stichwörter zum Inhalt angegeben, eine zu erledigende Aufgabe definiert und Textabschnitte aus den PDF-Quellen als Zitate zugeordnet. Schließlich wurden diese Zitate in das Dokument gezogen.

Während der Demonstration konnten die Teilnehmer ihre Meinungen zu den Konzepten und deren Umsetzung mitteilen. Sie merkten an, dass sich das System gut zu eignen scheint, um auf dem Tisch beliebig angeordnete Informationen in eine lineare Struktur zu bekommen. Die Dokumentstrukturansicht wurde demnach tatsächlich als ein Werkzeug zum Zusammenbauen eines Dokumentes anhand gesammelter Artefakte identifiziert. Als besonders hilfreich wurde die Funktion zum Merken des Arbeitskontextes genannt. Es wurde angeregt, diese Funktionalität noch mehr in den Mittelpunkt zu rücken und weiter auszubauen. Aus der Diskussion ergaben sich allerdings auch folgende Usability-Probleme:

- Die Bedeutung der einzelnen Elemente der Detailansicht eines Abschnittes war unklar. Abbildung 27 zeigt das Aussehen der Dokumentstrukturansicht zum Zeitpunkt der Präsentation. Die Icons neben den Statistiken wurden für Buttons gehalten, obwohl

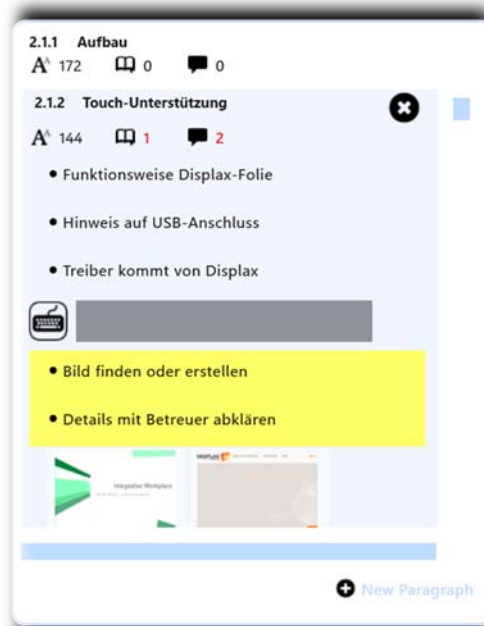


Abbildung 27. Früheres Aussehen der Dokumentstrukturansicht.

diese keine Interaktionen unterstützen.

- Das visuelle Feedback beim Zuweisen von Zitaten zu einem Abschnitt war zu gering. In der gezeigten Version wurde lediglich die Statistik in der Strukturansicht aktualisiert. Dem Benutzer sollte jedoch auch angezeigt werden, welche Zitate genau zugewiesen wurden.
- Die Leiste mit den unbenutzten Zitaten im *Word*-Dokument führte zur Verwirrung. In Abbildung 28 ist die damalige Version der Leiste zu sehen. Zum einen war manchen Teilnehmern nicht klar, dass sie mit der Dokumentstrukturansicht logisch verknüpft ist. Als mögliche Lösung wurde vorgeschlagen, das Aussehen der Leiste dem der Dokumentstrukturansicht anzupassen. Zum anderen wurde erwartet, dass die Leiste auch alle weiteren Metainformationen des aktuell ausgewählten Abschnittes enthält, anstatt lediglich die Liste an unbenutzten Zitaten. Es wurde daher angeraten, die Beschriftungen zu ändern.

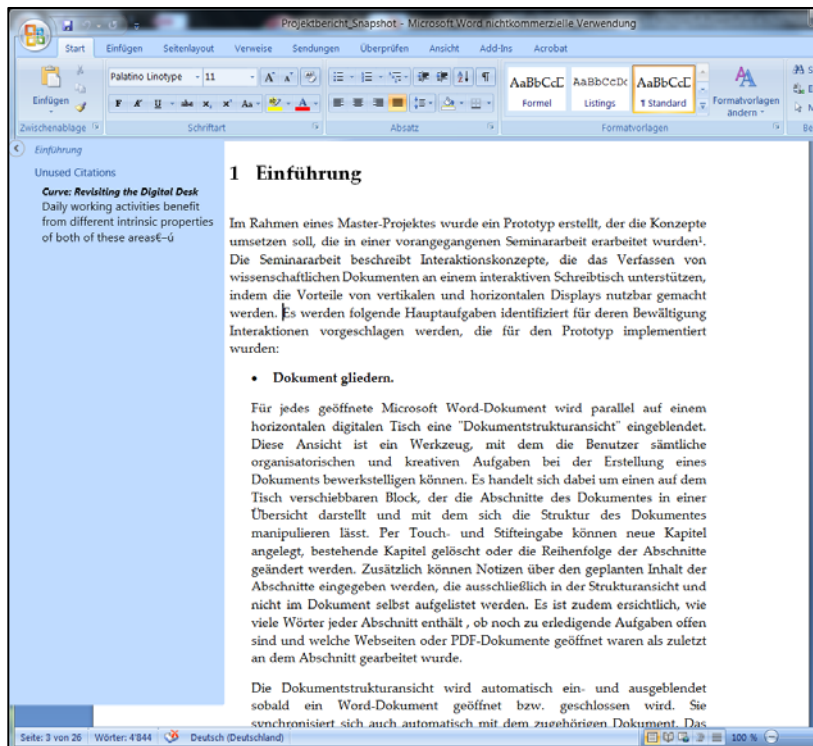


Abbildung 28. Früheres Aussehen der Leiste mit unbenutzten Zitaten.

Basierend auf den Erkenntnissen des Walkthroughs wurden einzelne Komponenten des Systems überarbeitet. So wurden Beschriftungen ergänzt oder geändert, das

Layout der Leiste mit den unbenutzten Zitaten wurde angepasst und die Detailansicht der Dokumentstrukturansicht wurde in Reiter aufgeteilt. Die resultierenden Änderungen sind in den in Kapitel 5 vorgestellten Komponenten bereits berücksichtigt.

## 6.2 Auswahl des Settings

Eine Besonderheit des entwickelten Systems ist die Eingabe mit dem elektronischen Stift, der in Kombination mit Fußpedalen auch eine relative Zeigersteuerung erlaubt (Abschnitt 5.2). Diese neuartige Interaktionstechnik ist jedoch nicht Gegenstand dieser Evaluation, da eine aussagekräftige Bewertung nur durch entsprechende quantitative Studien und Experimente möglich ist. Der Fokus dieser Arbeit liegt darauf, zu untersuchen, wie und ob ein interaktiver Tisch die Erstellung von wissenschaftlichen Arbeiten unterstützen kann, wobei die genaue Eingabemethode eine zweitrangige Rolle spielt. Damit sich zukünftige Studienteilnehmer ausschließlich auf die evaluationsrelevanten Komponenten des Systems konzentrieren, wurden die Pedale und das digitale Mousepad entfernt. Statt dessen wurde eine konventionelle drahtlose Maus angeschlossen.

Zunächst wurde zudem ausprobiert, den elektronischen Stift ebenfalls zu entfernen. Der Benutzer sollte auf dem Tisch lediglich per Touch und Maus interagieren können. Auf dem vorhandenen Tisch mit der *Displax*-Folie (Abschnitt 5.1) waren Touch-Eingaben jedoch trotz mehrmaliger Kalibrierungen ungenau. Elemente mussten oft mehrfach berührt werden, bis die Folie einen Touch erkannte. Ferner wurden fälschlicherweise mehrfach Touches am Tischrand registriert, sobald der Benutzer zu nahe am Tisch saß oder sich über ihn beugte. Daher wurde der Prototyp auf einem *Samsung SUR40* mit der *Microsoft PixelSense*-Technologie<sup>16</sup> installiert. Es handelt sich dabei um ein kommerzielles Tabletop-System, welches durch eine LCD<sup>17</sup>-Glasscheibe mit integrierten Sensoren eine ausgereifere Touch-Erkennung bietet. Abbildung 29 zeigt das angedachte Setting für Evaluationsstudien.

---

<sup>16</sup> <http://www.microsoft.com/en-us/pixelsense/> (abgerufen am 19.07.2014).

<sup>17</sup> Liquid-Crystal Display (dt. Flüssigkristallanzeige).





Abbildung 29. Installation des Prototyps auf einem Samsung SUR40.

Vor der eigentlichen Durchführung von Evaluationsstudien (Abschnitt 6.3) wurde eine Pilotstudie mit dem betreuenden Doktoranden dieser Arbeit durchgeführt. Bei diesem Testdurchlauf wurde festgestellt, dass die Touch-Erkennung auch auf dem Tabletop nicht zufriedenstellend war. Insbesondere die Reiternavigation der Dokumentstrukturansicht konnte nicht effizient benutzt werden, da mehrmaliges Tippen auf die Icons notwendig war oder schlicht ein ungewollter Reiter geöffnet wurde. Ein weiteres großes Problem war das Ziehen von Textpassagen aus einem PDF-Dokument in die Strukturansicht mit einem Finger. Bei mehreren Versuchen hat das System auf halber Strecke ein Loslassen des Textes registriert, sodass das Zitat in der Strukturansicht nicht ankam. Vermutlich waren die Bewegungen zu schnell oder der Finger ist minimal von der Glasscheibe abgekommen. Wurde der Text ungewollt zwischen PDF-Dokument und Strukturansicht losgelassen, hat das Betriebssystem jedes Mal eine neue Datei mit dem Inhalt des gezogenen Textes angelegt, was zu Verzögerungen des visuellen Feedbacks geführt hat. Schon nach kurzer Zeit führte das zu einer Frustration beim Teilnehmer und die gegebenen Aufgaben konnten nicht gelöst werden.

Aufgrund der Erfahrungen aus der Pilotstudie wurde entschieden, weitere Studien doch wieder am ursprünglich geplanten Tisch mit absoluter Stifteingabe durchzuführen. Dabei wurde die Touch-Behandlung auf dem Tisch außerhalb der

Oberflächenkomponenten des Prototyps deaktiviert, damit das Problem von falschen Touches bei Annäherung an die Tischkante vermieden wird. Die Studienteilnehmer sind angehalten, auf dem Tisch nur den elektronischen Stift zur Interaktion zu benutzen, da dieser im vorliegenden Setting deutlich präziser ist als Touch-Eingaben. Lediglich für das Hineinziehen von Haftzetteln per *Drag-and-Pop* (Abschnitt 5.5.2) wird eine Touch-Eingabe benötigt. Das Setting für die in den folgenden Abschnitten beschriebene Studien entspricht daher dem Prototyp aus Kapitel 5, jedoch mit Maus statt relativer Stifteingabe.

### 6.3 Expertenstudie

Um die Usability der in Kapitel 5 vorgestellten Konzepte genauer bewerten zu können und Antworten auf die Forschungsfragen der Evaluation (Seite 46) zu erhalten, wurde eine Studie mit verschiedenen Experten durchgeführt. Es handelt sich dabei um eine gestaltende Evaluation<sup>18</sup>, das heißt, es wurden hauptsächlich qualitative Daten erhoben mit dem Ziel, den Prototyp anschließend zu verbessern. Anhand eines standardisierten Vorgehens wurde jedes einzelne Konzept mit den Teilnehmern diskutiert. Sowohl bei der Funktionalität als auch bei der Usability wurden mögliche Verbesserungen identifiziert und diskutiert. Außerdem wurde überprüft, ob das System die jeweilige Arbeitsweise der Experten tatsächlich unterstützt.

In den folgenden Unterabschnitten werden die ausgewählten Teilnehmer und der Ablauf der Studie näher vorgestellt. Die Ergebnisse werden in Abschnitt 6.4 präsentiert.

#### 6.3.1 Teilnehmer

Die Teilnehmer der Expertenstudie wurden nicht zufällig ausgewählt, beispielweise per Aushang, sondern wurden nach Empfehlungen innerhalb der Universität Konstanz direkt angefragt. Bei der Auswahl wurde Wert auf eine Mischung aus Domänenexperten und Experten für Usability gelegt. Außerdem sollten verschiedene Fachbereiche vertreten sein, da anzunehmen war, dass sich die

---

<sup>18</sup> Engl. *Formative Evaluation*, im Sinne der Beschreibung von Hartson und Pyla: *Formative evaluation is primarily diagnostic; it is about collecting qualitative data to identify and fix UX [User Experience, Anmerkung des Verfassers] problems and their causes in the design* (Hartson & Pyla, 2012, p. 429).

Arbeitsweise zwischen den Fachbereichen deutlich unterscheidet. Die gefundenen Teilnehmer können wie folgt charakterisiert werden:

- $T_1$ : Männlich, Student der Informatik, reicht in Kürze seine Master-Thesis ein. Er besitzt nicht nur Erfahrung in der Benutzung verschiedener interaktiver Systeme, sondern kann auch durch die momentane Arbeit an der Master-Thesis seine genaue Arbeitsweise beschreiben.
- $T_2$ : Weiblich, Bachelor-Absolventin des Studienganges Literatur-Kunst-Medien. Sie hat nur grundlegende Computerkenntnisse und hat im vorherigen Monat ihre Bachelor-Thesis eingereicht. Sie ermöglicht eine Bewertung der Usability für unerfahrene Benutzer und hat Expertenwissen im Anfertigen von wissenschaftlichen Arbeiten, die in hohem Maße aus der Zusammenfassung von Literatur bestehen.
- $T_3$ : Männlich, Doktorand im Fachbereich Rechtswissenschaften. Er ist sehr technikaffin und hat in der Vergangenheit mehrere wissenschaftliche Arbeiten angefertigt. In seinem Fachbereich sind ein strukturiertes Vorgehen und eine umfangreiche Literaturverwendung wichtig.
- $T_4$  und  $T_5$ : Beide männlich und Doktoranden der Arbeitsgruppe Mensch-Computer-Interaktion. Als Dualexperthen können sie sowohl Aussagen über den Nutzen der angebotenen Funktionalitäten als auch über die Usability des Systems treffen. Sie kannten die Ideen des Systems bereits aus dem in Abschnitt 6.1 vorgestellten Design-Walkthrough und konnten sich somit in der Zwischenzeit noch weitere Gedanken zur Verbesserung des Systems machen. Zudem konnten sie eine Bewertung der seitdem durchgeführten Änderungen abgeben.

Die Personen wurden nicht zur Teilnahme verpflichtet, sondern stellten sich aus Interesse am Projekt zur Verfügung. Es wurde keine Vergütung angeboten.

Mit diesen Teilnehmern waren fünf Evaluationssitzungen möglich, was nach einer Untersuchung von Nielsen und Landauer im Allgemeinen ausreichen sollte, um möglichst viele Usability-Probleme aufspüren zu können (Nielsen & Landauer, 1993).

### 6.3.2 Ablauf

In einem Zeitraum von zwei Wochen wurden die Teilnehmer jeweils einzeln zu einer Sitzung eingeladen. Vorab erhielten sie lediglich die Information, dass ihre Meinung als Experten zu einem interaktiven System zur Erstellung von

wissenschaftlichen Arbeiten untersucht wird. Nur  $T_4$ <sup>19</sup> und  $T_5$  kannten bereits eine frühere Version des Systems, ohne es selbst jedoch benutzt zu haben.

Jede Sitzung hatte denselben Ablauf, dauerte im Durchschnitt rund 50 Minuten und ist in Abbildung 30 dargestellt.

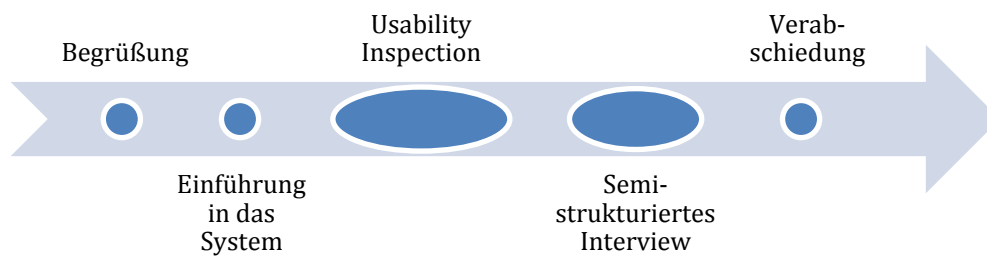


Abbildung 30. Ablauf einer Expertenevaluationssitzung.

- I. *Begrüßung*, 5 Minuten. Dem Teilnehmer wird erklärt, dass er das aufgebaute System als Experte bewerten soll. Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass es sich nicht um einen technischen Test der einzelnen Funktionalitäten handelt, sondern erwartet wird, dass alles, was dem Teilnehmer während der Sitzung sowohl positiv wie auch negativ auffällt, laut ausgesprochen werden soll.
- II. *Einführung in das System*, 5 Minuten. Der allgemeine Zweck und das Setting des Systems werden kurz erläutert. Danach werden die wesentlichen Funktionalitäten mündlich vorgestellt, ohne sie konkret zu demonstrieren.
- III. *Usability Inspection*, 20 Minuten. Der Teilnehmer bekommt eine Aufgabe, die er mit dem System lösen soll und anhand der er somit alle Funktionalitäten ausprobiert. Hierfür sind ein leeres *Word*-Dokument und zwei vorkonfigurierte PDF-Dateien auf dem Tisch vorbereitet. Dem Teilnehmer wird mitgeteilt, dass der genaue Inhalt der PDF-Dokumente irrelevant ist. Die gegebene Aufgabe lautet:

<sup>19</sup> Mit  $T_i$  sind im Folgenden die im Abschnitt 6.3.1 vorgestellten Teilnehmer gemeint.

*Bilden Sie mithilfe der Dokumentstrukturansicht die Gliederung Ihrer letzten wissenschaftlichen Arbeit nach und erarbeiten das Manuskript für mindestens einen Abschnitt, bestehend aus geplantem Inhalt, zu erledigenden Aufgaben und zu verwendender Literatur.*

Es wird darauf hingewiesen, dass es nicht darum geht, die Aufgabe inhaltlich korrekt zu lösen, sondern möglichst alle Funktionen des Systems mindestens einmal zu benutzen. Der Teilnehmer soll dabei stets laut vorsagen, weshalb er welche Interaktion durchführt und was ihm dabei alles auffällt. Der Beobachter notiert parallel sämtliche Kommentare des Teilnehmers und protokolliert Auffälligkeiten. Beide Parteien dürfen und sollen jederzeit Fragen stellen. So fragt der Beobachter bei den wichtigsten Interaktionen, wie der Teilnehmer die entsprechende Tätigkeit, wie das Anlegen von Notizen ohne das zu untersuchende System durchführen würde und welches Vorgehen er vorzieht.

IV. *Semistrukturiertes Interview*, 15 Minuten. Nachdem der Teilnehmer Erfahrungen mit dem System sammeln konnte, wird er vom Beobachter mithilfe eines Leitfadens befragt. Es werden keine Antwortoptionen vorgegeben. Die Antworten werden vom Beobachter parallel schriftlich protokolliert. Der Leitfaden besteht aus folgenden Fragen:

- Empfinden Sie es als hilfreich, dass die Erstellung des Manuskriptes auf dem Tisch stattfindet?
- Ist die Dokumentstrukturansicht ein nützliches Tool zur Erstellung eines Manuskriptes. Warum?
- Welche Funktionalitäten finden Sie besonders hilfreich?
- Welche Funktionalitäten empfinden Sie grundsätzlich als wichtig, jedoch falsch umgesetzt?
- Denken Sie, dass die angebotenen Tools den Benutzer dabei aktiv unterstützen, vor allem bei umfangreichen Arbeiten stets die Übersicht zu behalten bzgl. nicht abgeschlossener Abschnitte, Aufgaben, Struktur?
- Welche Funktionalitäten vermissen Sie noch?
- Ist das System auch für ungeübte Benutzer benutzbar?
- Was müsste noch geändert oder ergänzt werden, damit Sie das System für Ihre Arbeit nutzen würden?
- Wäre die Dokumentstrukturansicht auch für einen Desktop-PC reizvoll? Was müsste hierfür angepasst werden?

- Wenn Sie an Ihre eigene Arbeitsweise denken: Ergibt es Sinn, eine feinere Untergliederung als Kapitel des Dokumentes in der Strukturansicht zu haben?

V. *Verabschiedung*, 5 Minuten. Der Teilnehmer bekommt die Möglichkeit, allgemeine Kommentare zum System und Evaluationsablauf loszuwerden. Diese Kommentare werden parallel oder nachträglich schriftlich protokolliert.

Folgende Unterlagen und Artefakte wurden für jede Sitzung vorbereitet:

- Laufender Prototyp. Das leere *Word*-Dokument ist auf dem vertikalen Monitor geöffnet.
- Videokamera mit Stativ.
- Ausgedruckte Einverständniserklärung für das Aufzeichnen der Sitzung. Es willigte nur ein Teilnehmer zur Videoaufzeichnung ein. Diese Aufzeichnung ist auf der beiliegenden DVD enthalten (Anhang C).
- Ausgedruckter Leitfaden für den Beobachter mit Checkliste der zu erklärenden Funktionalitäten.
- Laptop mit einer Dokumentvorlage für das Protokollieren von Kommentaren und Vorfällen, sowie ein digitaler Leitfaden für das semistrukturierte Interview mit der Möglichkeit, die Antworten direkt dort einzutragen.
- Zeichenstifte und ausgedruckte Screenshots der wichtigsten Komponenten des Systems. Damit sollten die Teilnehmer eigene Ideen einzeichnen können. Diese Möglichkeit wollte jedoch keiner der Teilnehmer nutzen und war auch nicht notwendig.
- Ersatzbatterien für *Anoto*-Stift, Maus und Tastatur.
- Getränke.

Dieses Vorgehen basiert auf der Art und Weise, wie Hartson und Pyla ihre *User Experience Inspections* in der Praxis durchführen (Hartson & Pyla, 2012, pp. 479-480). Sie empfehlen ein anwendungsorientiertes Vorgehen, bei dem vor allem auf die Erfahrung der Experten gebaut wird, die ihre eigenen Sichtweisen auf das Gesamtsystem und die einzelnen Funktionalitäten haben. Die Alternative dazu wäre eine *Heuristic Evaluation* nach Nielsen (Nielsen, 1992), bei der vorgegebene Heuristiken oder andere vordefinierte Leitfäden verteilt werden, die dann durch den Experten zu beurteilen sind. Das Problem mit Heuristiken beschreiben Harton und Pyla jedoch wie folgt (Hartson & Pyla, 2012, p. 479):

*A major drawback with any inspection method, including the HE [Heuristic Evaluation, Anmerkung des Verfassers] method, is the danger that novice practitioners will get too comfortable with it and think the heuristics are enough for any evaluation situation.*

## 6.4 Bewertung der Experten

Die Ergebnisse der Expertenevaluation bestehen zum einen aus einer Zusammenfassung der Interviews und zum anderen aus einer Liste der identifizierten Probleme während der *Usability Inspection*. In den folgenden Abschnitten wird die Auswertung der gesammelten qualitativen Daten vorgestellt.

### 6.4.1 Aussagen zum Setting und zur Funktionalität

Der Aufbau des Systems mit einer interaktiven horizontalen Fläche und dem vertikalen Monitor empfinden alle Teilnehmer als sehr sinnvoll.  $T_5$  merkt zwar an, dass er sich erst mit dem System anfreunden müsste, da es ein gewisses Vorgehen vorgibt, welches nicht vollständig zu seiner bisherigen Arbeitsweise passt. Jedoch denkt er, dass er letztendlich von der Nutzung profitieren würde. Insbesondere den vielen Platz, den der interaktive Tisch bietet, heben die Teilnehmer positiv hervor. Wie schon in der Anforderungsanalyse von anderen Befragten beschrieben, halten auch die Teilnehmer der Expertenstudie gerne ihre digitalen Literaturquellen während des Verfassens geöffnet, was der Tisch ihrer Meinung nach optimal unterstützt.  $T_3$  begrüßt außerdem die Idee der räumlichen Trennung der Aufgaben. Er hat sich sogar vor Kurzem ein Tablet-Computer angeschafft hat, um wissenschaftliche Texte horizontal lesen zu können.

Die Teilnehmer sind sich zudem einig, dass die Dokumentstrukturansicht ein hilfreiches Werkzeug ist, um Informationen zu gliedern.  $T_4$  denkt zwar, dass er die Gliederung direkt im Dokument effizienter erstellen kann. Allerdings würde er die Strukturansicht für die Erarbeitung dennoch bevorzugen, da sie hilfreiche Zusatzfunktionalitäten bietet.  $T_5$  würde die Komponente eher am vertikalen Monitor mit einer Maus benutzen, da er vermutet, dass er mit dem Stift langsamer arbeitet. Bis auf  $T_3$ , dem die Verwaltung von Aufgaben noch nicht ausgereift genug erscheint, können sich die restlichen Teilnehmer vorstellen, die Dokumentstrukturansicht statt *Citavi* oder *Mendeley* zu benutzen.

Eine feinere Untergliederung als die auf Abschnittsebene in der Dokumentstrukturansicht könnten sich lediglich  $T_3$  und  $T_5$  vorstellen. Allerdings nur

dann, wenn so viele Metainformationen vorliegen, wie zu benutzende Zitate, sodass es unübersichtlich wird.  $T_5$  gibt zudem zu bedenken, dass er die Strukturansicht vermutlich eher zu Beginn des Arbeitsprozesses nutzen würde, um seine Informationen zu ordnen, sie später dann allerdings nur noch selten aktiv benutzen würde.

Als besonders hilfreiche Funktionalitäten werden das Hineinziehen von Texten aus verschiedenen Quellen, die separate Übersicht über alle Kapitel und das Merken des Arbeitskontextes genannt. Was den Experten an Funktionalität noch fehlt, ist das Ändern von Gliederungsebenen ( $T_1$ ), Ablegen von gefundenen Bildern aus der Literatur ( $T_2$ ), Verwalten von zeit- oder quellenabhängigen Aufgaben ( $T_3$ ) und Erstellen von Zeichnungen ( $T_4$ ). Entsprechende Konzepte, die diese Funktionalitäten umsetzen sollen, werden in Abschnitt 6.4.3 vorgestellt.

Alle Befragten denken, dass die Dokumentstrukturansicht auch auf einem Desktop-PC nützlich wäre. Der Desktop sollte dann nach Meinung der Experten jedoch auf mindestens zwei Monitore aufgeteilt sein und das Anlegen von Aufgabennotizen müsste geändert werden.  $T_4$  regt außerdem an, die Dokumentstrukturansicht in dem Fall als Seitenleiste direkt in *Word* zu integrieren.

#### 6.4.2 Usability-Probleme

Während der Expertenevaluation wurden einige Probleme bezüglich der Usability identifiziert. Diese wurden entweder durch die Inspektoren genannt oder bei der Ausführung der gegebenen Aufgabe beobachtet und in einer Liste zusammengetragen. Bei den meisten Problemen hat der teilnehmende Experte gleich eine mögliche Lösung vorgeschlagen. Wie bei den meisten Projekten ist auch bei dieser Arbeit der zeitliche Rahmen begrenzt, weshalb die gefundenen Probleme priorisiert und der zeitliche Aufwand für die Umsetzung der möglichen Lösungen geschätzt wurden. Das Ergebnis ist eine Kosten-Wichtigkeits-Analyse nach Hartson und Pyla (Hartson & Pyla, 2012, pp. 576-587). Dabei werden die Usability-Probleme in einer Tabelle zusammengetragen, die aus folgenden Spalten besteht:

- Problem: Das identifizierte Usability-Problem bzw. ein Verbesserungsvorschlag.
- Wichtigkeit (W): Wie hoch der Einfluss auf die Benutzbarkeit des Systems ist, in einer Skala von 1 (sehr niedrig) bis 5 (sehr hoch).
- Lösung: Die geplante Maßnahme zur Behebung des Problems.



- Kosten (K): Wie hoch der Aufwand zur Umsetzung der Maßnahme ist, angegeben in Personenstunden.
- Prioritätsverhältnis (W/K). Gibt einen Wert an, nach dem sich die Priorität der Umsetzung richtet. Wird errechnet durch die Formel:

$$\text{Prioritätsverhältnis} = \frac{\text{Wichtigkeit}}{\text{Kosten}} * 1\,000$$

Tabelle 1 listet Usability-Probleme in einer Wichtigkeits-Kosten-Analyse, die mindestens ein Prioritätsverhältnis von 1 000 aufweisen und daher noch behoben wurden.

<b>Problem</b>	<b>W</b>	<b>Lösung</b>	<b>K</b>	<b>W/K</b>
<i>Kapitel erstellen:</i> Zum einen wurde nicht erkannt, dass die Labels bei "Level" zu Radiobuttons gehören, zum anderen waren die Bedeutungen nicht klar.	4	Radiobutton mit deutlicherem Kontrast; Optionen untereinander statt nebeneinander; Visualisierung der Gliederungsebenen aus <i>Word</i> übernehmen.	1	4 000
<i>Dokumentstrukturansicht:</i> Bedeutung der Zahl im ersten Reiter (Anzahl Wörter) ist nicht klar und empfinden Benutzer als irrelevant.	3	Zahl ersetzen durch Anzahl eingeegebener Inhaltsnotizen, um Verhalten konsistent mit anderen Reitern zu halten.	1	3 000
<i>Aufgabennotizen erstellen:</i> Benutzer vergessen, nach der Texteingabe die Enter-Taste zu drücken.	4	Text übernehmen, sobald sich der Fokus vom Textfeld entfernt.	1	4 000
<i>Aufgabennotizen zuweisen:</i> Benutzer empfinden <i>Drag-and-Pop</i> als nicht intuitiv und versuchten mehrmals die Haftzettel mit dem Stift reinzuziehen, ohne die zweite Hand dabei zu benutzen. Zudem wird es als umständlich bezeichnet, immer zuerst ein Haftzettel erstellen zu müssen.	5	<i>Drag-and-Pop</i> nur mit einem Stift realisieren, d.h., Haftzettel muss nicht mit zweiter Hand festgehalten werden; Eingabemaske wie bei Inhaltsnotizen anbieten, um das Erstellen von Aufgaben auch ohne Haftzettel zu ermöglichen.	4	1 250
<i>Dokumentstrukturansicht:</i> Die Gliederungsebenen sind nur schwer erkennbar.	1	Zusätzlich zur unterschiedlichen Schriftgröße noch Einrückungen verwenden.	1	1 000
<i>Verschieben von Kapiteln:</i> Den Benutzern ist ohne Anleitung nicht klar, wie Kapitel verschoben werden und wo genau zum Verschieben mit dem Stift aufgesetzt werden muss. Zudem ist nicht ersichtlich, wo ein Kapitel hingeschoben werden kann.	4	Vertikales Doppelpfeil-Icon neben Überschriften anbringen, die beim Berühren das Verschieben auslösen; Während des Ziehens sollen mögliche Zielbereiche beim Rüberfahren visuell hervorgehoben werden.	3	1 333
<i>Hineinziehen von Zitaten:</i> Mehrere Benutzer versuchen Internetadressen als Literaturquelle reinzuziehen, die aber ignoriert	3	Wird eine Internetadresse in einen Abschnitt gezogen, soll dies als unbenutztes Zitat hinzugefügt werden.	1	3 000

wurden.				
<i>Dokumentstrukturansicht:</i> Am Anfang wissen manche Benutzer nicht, welcher Schritt als Erstes durchzuführen ist, wenn das leere Dokument geöffnet ist.	2	Bei einem leeren Dokument soll in der Dokumentstrukturansicht ein Hinweis angezeigt werden, der empfiehlt, zunächst auf "Kapitel erstellen" zu drücken.	1	2 000
<i>Dokumentstrukturansicht:</i> Aufgrund zu schwacher Farbkontraste können manche Elemente nicht richtig identifiziert werden, beispielsweise die Navigationsreiter.	4	Andere Farben benutzen und dabei auf einen hohen Kontrast achten.	2	2 000

Tabelle 1. Wichtigkeits-Kosten-Analyse für identifizierte Usability-Probleme.

Das Resultat der durchgeführten *Usability Inspection* ist die Umgestaltung der Komponenten gemäß der Wichtigkeits-Kosten-Analyse. In Abbildung 31 ist zu sehen, welche Auswirkungen die Expertenevaluation auf die Dokumentstrukturansicht hatte. Die umgestaltete Version enthält kontraststärkere Farben, bietet mehr Icons, um die einzelnen Funktionalitäten sichtbar zu machen, und reagiert visuell stärker, wenn der Benutzer Objekte über die Einträge zieht. Zudem wurde sie auf den Vorschlag der Usability-Experten hin vergrößert.

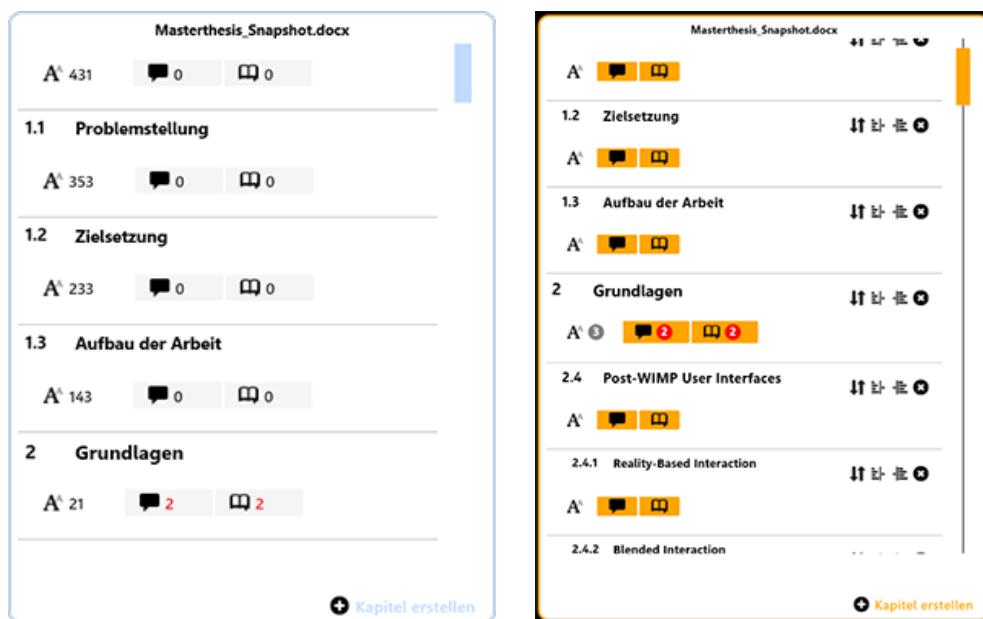


Abbildung 31. Dokumentstrukturansicht vor (links) und nach (rechts) der Usability Inspection.

Drückt der Benutzer auf den Button "Kapitel erstellen", öffnet sich ein Dialogfenster zur Eingabe von Informationen zum Anlegen eines neuen Dokumentabschnittes. Dies hatte zuvor bei der *Usability Inspection* jeden Teilnehmer verwirrt, da das Dialogfenster eine Radiobutton-Gruppe enthielt, deren Funktionsweise nicht klar war. Daher wurde diese Komponente ebenfalls überarbeitet (Abbildung 32).



Abbildung 32. Dialog für das Erstellen eines neuen Abschnittes vor (links) und nach (rechts) der Usability Inspection.

### 6.4.3 Ideen zur Erweiterung der Funktionalität

Neben der Nennung von Usability-Problemen schlugen die Experten auch mehrere mögliche Erweiterungen der Funktionalitäten vor, die dazu führen sollen, den Benutzer bei der Erstellung von wissenschaftlichen Arbeiten noch besser zu unterstützen.

So sind die Experten nicht zufrieden damit, dass laut Dokumentstrukturansicht ein Abschnitt nur dann als abgeschlossen gilt, sofern keine offenen Aufgaben oder unbenutzte Zitate vorliegen.  $T_5$  schlägt vor, dass es besser wäre, Abschnitte explizit abhaken zu können, woraufhin sich die Überschrift des Abschnittes grün färbt. Eine Alternativlösung stammt von  $T_4$ , der normalerweise seine E-Mails im Posteingangsordner seines E-Mail-Programmes je nach erforderlicher Reaktion unterschiedlich einfärbt. Dies könnte auch auf die Abschnitte eines Dokumentes angewendet werden, um so benutzerspezifische Arbeitszustände zu visualisieren. Beispielsweise steht gelb für

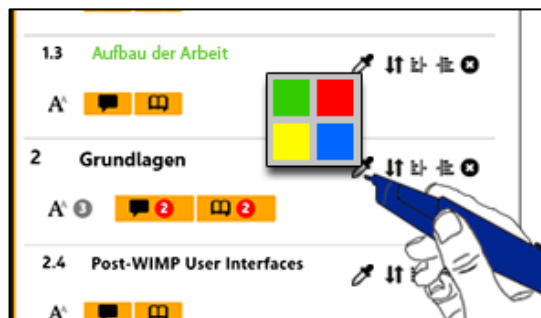


Abbildung 33. Erweiterungsidee: Abschnitte farblich markieren.

"eigentlich fertig, benötigt aber noch eine Korrekturlesung" und rot für "noch nicht fertig geschrieben". Die Bedeutung der Farben wäre dem Benutzer frei überlassen. Abbildung 33 zeigt eine mögliche Umsetzung dieser Funktionalität.

Zusätzlich hätten die Experten auch gerne eine Übersicht darüber, welche Quellen bereits wo eingebunden wurden, und nicht nur darüber, welche Zitate noch unverarbeitet sind. Eine von  $T_4$  vorgeschlagene Lösung hierfür ist, die Zitate aus der Seitenleiste in *Word* beim Hineinziehen in den Abschnitt nicht zu entfernen, sondern stattdessen auszugrauen. Beim Einfügen des Zitatfeldes soll zudem die zitierte Textpassage nicht übernommen werden, da direkte Zitate laut den Experten je nach Forschungsgebiet äußerst selten sein können. Die ursprünglich markierte Textpassage wäre dann weiterhin ausgegraut in der Seitenleiste vorhanden, sodass sich der Benutzer auf das Zitat beziehen kann, ohne dabei den kompletten Textabschnitt im Dokument zu haben. Außerdem wäre es "herausragend" ( $T_3$ ), wenn sich bei der Berührung eines unbenutzten Zitates die digitale Quelle öffnen würde.

Darüber hinaus wird angeregt, in die *Word*-Seitenleiste neben den Zitaten auch die eingegebenen Inhaltsnotizen anzuzeigen. Dies könnte etwa durch eine Reiternavigation gelöst werden. Damit wären die Notizen noch näher am Dokument, was der Arbeitsweise der Benutzer entspricht, die ihre Stichwörter üblicherweise direkt im Dokumentenabschnitt ablegen.

Ein wichtiger Punkt ist ferner die Erweiterung der Aufgabennotizen.  $T_3$  gibt an, das System allgemein als sehr hilfreich zu finden, jedoch würde er es so noch nicht selbst verwenden wollen, da er eine umfangreichere Aufgabenverwaltung benötigt. Insbesondere sei es nötig, Aufgaben eine Priorität und einen Fälligkeitstermin zuweisen zu können. Basierend auf diesen Angaben hätte er gerne eine Übersicht darüber, wann welche Aufgaben am dringendsten zu erledigen sind. Abbildung 34 zeigt eine mögliche Umsetzung zur Angabe der zusätzlichen Informationen zu einer Aufgabe.

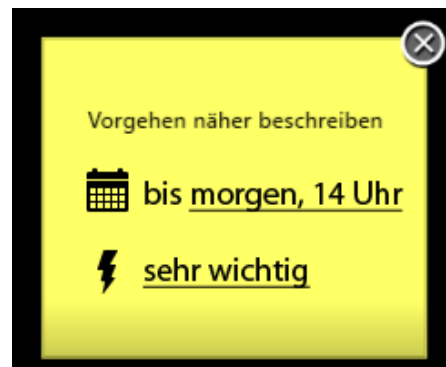


Abbildung 34. Erweiterungsidee:  
Haftzettel mit Fälligkeitsdatum und  
Priorität.

Mehrere Experten versuchten zudem, Aufgabennotizen den Literaturquellen zuzuweisen.  $T_1$  und  $T_3$  behaupten, dass die meisten ihrer Aufgaben und Notizen sich

beim wissenschaftlichen Arbeiten auf Literaturquellen beziehen.  $T_5$  hat beim ersten Ausprobieren des Systems sogar digitale Haftzettel direkt auf geöffnete PDF-Dokumente gezogen, da er davon ausging, dass sie an ihnen "kleben" bleiben. Eine Lösung wäre daher, genau dieses offensichtlich intuitive Verhalten zu ermöglichen. Wird dabei ein Haftzettel, der sich auf einem PDF-Dokument befindet, in die Dokumentstrukturansicht gezogen, wird in der Aufgabenaufstellung das verknüpfte Dokument mit angegeben.

Um Benutzern den Einstieg in das System zu erleichtern, wird vorgeschlagen, eine Dokumentenvorlage anzubieten. Diese würde die Gliederungspunkte einer typischen wissenschaftlichen Arbeit enthalten, denen bereits Stichwörter, Aufgaben und unbenutzte Zitate zugeordnet sind. Somit wird erkenntlich, was die Idee des Systems ist und welche Funktionalitäten es anbietet.

## 6.5 Usability-Test

Nachdem die in Abschnitt 6.4.2 aufgelisteten Lösungen zu den identifizierten Usability-Problemen realisiert wurden, ging es anschließend um die Durchführung einer summativen Evaluation des Systems<sup>20</sup>. Das Ziel dieser Evaluation war die Beantwortung folgender Fragen:

- Führen die umgesetzten Maßnahmen der Expertenbewertung zu einer guten Usability?
- Werden die Meinungen der Experten bzgl. der Beantwortung der Forschungsfragen (Abschnitt 6.4.1) von weiteren Zielgruppenbenutzern bestätigt?

Dazu wurden mehrere Probanden zu einem Usability-Test eingeladen, bei dem die Teilnehmer vordefinierte Aufgaben mit dem System lösen sollten. Dabei wurden verschiedene Daten mit den von Holzinger (Holzinger, 2005) für diesen Zweck empfohlenen Methoden erhoben. Demnach sollten die Teilnehmer zum einen während der Ausführung der Aufgaben ihre Gedanken und Aktionen beschreiben, die parallel in einem Protokoll festgehalten wurden. Zum anderen wurde nach der Arbeit mit dem System ein Umfragebogen ausgefüllt, der eine Auswertung von rein

---

<sup>20</sup> Im Sinne der Beschreibung von Hartson und Pyla: *Summative evaluation is about collecting quantitative data for assessing a level of quality due to a design, especially for assessing improvement in the user experience due to formative evaluation* (Hartson & Pyla, 2012, p. 429).

quantitativen Daten ermöglichte. Der genaue Studienablauf und die Ergebnisse dieser Untersuchung werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

### 6.5.1 Ablauf

Die Studie wurde an einem einzigen Tag durchgeführt, wobei jeder Teilnehmer einzeln zu einer Sitzung eingeladen wurde. Eine Sitzung dauerte in der Regel 40 Minuten und lief wie in Abbildung 35 dargestellt ab.

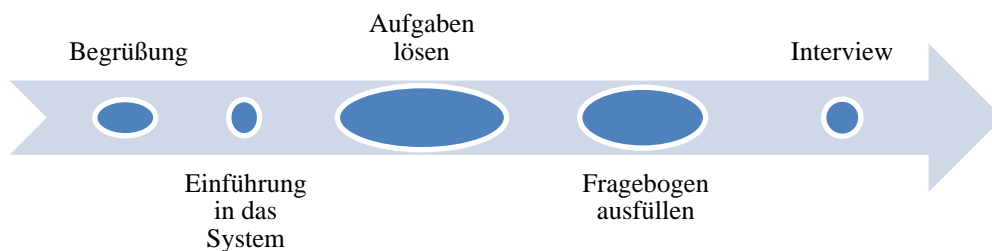


Abbildung 35. Ablauf einer Sitzung des Usability-Testes.

- I. *Begrüßung*, 8 Minuten. Der Proband wird nach einer Erklärung über den Zweck des Systems an den interaktiven Tisch gesetzt und erhält ein Begrüßungsschreiben, in dem der Ablauf, die Bedingungen und die genauen Aufgaben beschrieben sind. Das Schreiben ist in Anhang A dieser Arbeit zu finden.
- II. *Einführung in das System*, 2 Minuten. Diese fällt deutlich kürzer aus als bei der Expertenstudie (Abschnitt 6.3.2), da der Proband selbst herausfinden soll, wie das System funktioniert. Somit ist eine Bewertung der Verständlichkeit für Erstbenutzer möglich. Der Studienleiter erläutert lediglich, dass auf dem vertikalen Monitor ein leeres *Word*-Dokument geöffnet ist, für welches auf dem Tisch eine zusätzliche Visualisierung eingeblendet ist, mit der die Aufgaben zu lösen sind. Außerdem wird die Funktionsweise des *Anoto*-Stiftes demonstriert und auf den digitalen Haftzettelstapel aufmerksam gemacht, ohne dabei die genaue Funktionsweise zu zeigen.

III. *Aufgaben lösen*, 15 Minuten. Mit dem gleichen Setting, mit dem auch die Expertenstudie durchgeführt wurde, soll der Proband folgende Aufgaben durchführen:

- *Erstellen Sie auf dem interaktiven Tisch die Gliederung einer wissenschaftlichen Arbeit über ein beliebiges Thema mit mindestens fünf Gliederungspunkten. Bauen Sie beispielsweise die Gliederung Ihrer letzten Arbeit nach.*
- *Verschieben Sie einen Unterabschnitt in ein anderes Kapitel.*
- *Geben Sie für mindestens einen Gliederungspunkt an, welche Inhalte Sie planen und welche Aufgaben später zu erledigen sind (z.B. "Weitere Recherche nötig"). Legen Sie dabei mindestens eine Aufgabe als digitalen Haftzettel auf dem Tisch an.*
- *Auf dem Tisch befinden sich zudem zwei PDF-Dateien, deren Inhalte irrelevant sind: Paper1.pdf und Paper2.pdf. Nehmen Sie an, dass es sich hierbei um für Ihre Arbeit relevante Literaturquellen handelt. Weisen Sie diese Dateien den Gliederungspunkten zu, in denen Sie später aus den Quellen zitieren würden. Beachten Sie, dass Sie sowohl eine ganze Datei als auch nur bestimmte Textabschnitte als Zitate zuweisen können.*
- *Öffnen Sie eine beliebige Webseite mit Mozilla Firefox und weisen Sie eine Textpassage oder die Internetadresse als geplantes Zitat einem Gliederungspunkt zu.*
- *Schreiben Sie am vertikalen Monitor einen Einleitungssatz in einem Abschnitt mit geplanten Zitaten und fügen Sie eines der geplanten Zitate ein.*

Während der Ausführung der Aufgaben soll der Proband laut aussprechen, was er als nächste Aktion durchführt, weshalb er dies macht und was ihm dabei auffällt. Dies entspricht der bei Usability-Tests gängigen (Holzinger, 2005) *Thinking-Aloud*<sup>21</sup>-Methode und ist nach Nielsen die beste Möglichkeit, um herauszufinden, wie Benutzer ein User Interface interpretieren und was genau mögliche Probleme verursacht (Nielsen, 1994, p. 195). Besondere Kommentare und Vorkommnisse hält dabei der Studienleiter in einem digitalen Protokoll umgehend fest. Diese Phase wird

---

<sup>21</sup> Nach der Idee von Lewis (Lewis, 1982), entnommen von Nielsen (Nielsen, 1994, p. 195).

zudem mit einer Videokamera aufgezeichnet. Die Videoaufzeichnungen sind auf der beiliegenden DVD enthalten (Anhang C).

- IV. *Fragebogen ausfüllen*, 10 Minuten. Der Teilnehmer wird an einen separaten Tisch gesetzt, an dem er einen ausgedruckten Fragebogen unbeobachtet ausfüllt. Dieser ist dieser Arbeit als Anhang B beigefügt. Neben demografischen Daten, Fragen zur üblichen Arbeitsweise und zu den Präferenzen zur zukünftigen Arbeitsweise nach dem Kennenlernen des Systems ist auch ein Formular zur Bestimmung des *System Usability Scale (SUS)* von Brooke (Brooke, 1996) enthalten. Laut Brooke ermöglicht der SUS eine kontextunabhängige quantitative Bewertung der Usability von Systemen. Er besteht aus zehn vordefinierten Aussagen zum System, denen Probanden in einer *Likert-Skala*<sup>22</sup> von 1 bis 5 zustimmen oder widersprechen. Aus den jeweiligen Angaben zum Grad der Zustimmung wird eine Gesamtpunktzahl errechnet, die eine allgemeine Aussage zur Usability des Systems erlaubt (Abschnitt 6.5.3).
- V. *Interview*, 5 Minuten. Dem Teilnehmer wird die Möglichkeit gegeben, allgemeine Kommentare zum System mitzuteilen. Der Studienleiter protokolliert die Antworten schriftlich. Dabei stellt er folgende Fragen:
- *Was hat Ihnen besonders gut am System gefallen?*
  - *Was müsste Ihrer Meinung nach noch verbessert werden?*
  - *Sonstige Anmerkungen?*

Das Setting samt vorbereiteten Unterlagen entspricht dem der Expertenstudie (Abschnitt 6.3.2) zzgl. Willkommensschreiben (Anhang A) und Fragebogen (Anhang B).

### 6.5.2 Teilnehmer

Wie schon bei der Expertenbewertung wurde auch bei dieser Studie Wert darauf gelegt, Zielgruppenbenutzer aus verschiedenen Fachbereichen einzuladen, um unterschiedliche Anforderungen an das System abzubilden. Es wurden Studenten an der Universität Konstanz angesprochen, die gerade an einem Einzelarbeitsplatz ein

---

<sup>22</sup> Benannt nach Rensis Likert, der die Benutzung einer Skala in Fragebögen vorschlägt, um den Grad der Zustimmung des Probanden zu einer Aussage zu messen (Likert, 1932).



wissenschaftliches Dokument bearbeiteten. Als Anreiz zur Teilnahme wurde der Aufwand mit acht Euro pro Stunde vergütet.

Insgesamt nahmen drei Studentinnen und zwei Studenten teil. Sie studierten Literatur-Kunst-Medien (Bachelor), Information Engineering (Master), Politik- & Verwaltungswissenschaften (Bachelor) oder Speech & Language Processing (Master, zwei Teilnehmerinnen). Im Durchschnitt hatten sie bis dahin sieben (Standardabweichung 1,87) umfangreiche wissenschaftliche Arbeiten erstellt, wie etwa Hausarbeiten, Seminararbeiten, eine Bachelor- oder Master-Thesis.

Sie alle erarbeiten ihre Gliederungen üblicherweise mit Stift und Papier und verarbeiten hauptsächlich digitale Literaturquellen, wobei ein Proband gleichermaßen auch analoge Quellen verwendet. Dokumentspezifische Aufgaben notieren zwei der Probanden auf Papier, zwei benutzen die Kommentierungsfunktion ihres Textverarbeitungsprogramms und ein Proband schreibt Notizen mit besonderer Formatierung direkt in das Dokument. Somit bewerten Wissensarbeiter das System, die die Gliederung auch sonst an einem Tisch erarbeiten, es zudem gewohnt sind, digitale Quellen auszuwerten und unterschiedliche Herangehensweisen bei der Verwaltung von Notizen haben.

### 6.5.3 Ergebnisse

Nach der Auswertung des Fragebogens lässt sich nicht bestätigen, dass die Benutzer die horizontale interaktive Fläche als eindeutig hilfreich ansehen. In einer Skala von 1 bis 5, wobei 1 für "sehr hilfreich" und 5 für "unnötig" steht, wird die horizontale Fläche mit einem Durchschnittswert von 2,4 (Standardabweichung 1,34) bewertet. Zwar wird sie somit als insgesamt eher hilfreich gesehen und es ist bemerkenswert, dass ein Proband die horizontale Fläche als "sehr hilfreich" bewertet, obwohl er gleichzeitig als einziger Befragter angibt, dass er keinen Bedarf nach einem zweiten Display beim wissenschaftlichen Arbeiten hat. Jedoch würden vier der fünf Befragten die Dokumentstrukturansicht lieber auf einem zweiten vertikalen Monitor als auf dem Tisch benutzen. Ein Befragter wies darauf hin, dass er vor allem die Sitzhaltung und den ständigen Blick nach unten als störend empfand. Zudem gaben zwei der Teilnehmer an, sich bei der Interaktion mit dem elektronischen Stift nicht wohl zu fühlen. Dieser sei ihnen insbesondere beim Durchführen von Doppelklicks und Markieren von Textpassagen zu ungenau. Ein Teilnehmer hatte zudem Angst, ihn durch zu festes Drücken zu beschädigen.

Die Dokumentstrukturansicht wird hingegen eindeutig als hilfreiches Werkzeug zur Erarbeitung einer Gliederung empfunden. In der gleichen Skala wie derjenigen zur Bewertung der horizontalen Fläche wird die Dokumentstrukturansicht im Durchschnitt mit 1,6 (Standardabweichung 0,55) als sehr hilfreich bewertet. Dies erklärt auch, weshalb vier der fünf Befragten zur Erarbeitung ihrer Gliederungen zukünftig das gezeigte System benutzen würden. Nur ein Teilnehmer würde die Gliederung gerne weiterhin mit Stift und Papier erstellen, obwohl er eine gute Bewertung abgegeben hat. Im späteren Interview machte dieser Proband deutlich, dass er das System allgemein als gut und hilfreich ansieht, selbst jedoch nicht sehr computeraffin sei und das Arbeiten mit Papier bevorzuge. Zum Anlegen und Verwalten von Notizen hingegen würden alle fünf Probanden das gezeigte System benutzen und auf Papiernotizen verzichten.

Obwohl die Probanden ihre Gliederung auch sonst auf dem Tisch erstellen, denken sie, dass sie ihre Arbeitsweise für das gezeigte System etwas anpassen müssten. In einer Skala von 1 bis 5, wobei 1 für "gar nicht" und 5 für "erheblich" steht, wird die Erforderlichkeit zur Anpassung der Arbeitsweise im Durchschnitt mit 2,8 (Standardabweichung 0,84) angegeben. Dies entspricht auch der Einschätzung eines Experten aus der vorherigen Evaluation (Abschnitt 6.4.1).

Die Usability des Systems wird mit den SUS-Gesamtpunktzahlen<sup>23</sup> 82,5, 50, 87,5, 87,5 und 62,5 angegeben, wobei die Bewertungsskala von 0 bis 100 reicht. Dies entspricht einer Durchschnittsbewertung von 74, jedoch mit einer hohen Standardabweichung von 16,92 bedingt durch zwei recht niedrige und drei sehr hohe Wertungen. Der Median liegt bei 82,5. Tabelle 2 zeigt die durchschnittliche Zustimmung zu den einzelnen Aussagen des SUS.

SUS-Aussage	Durchschnitt	Standardabweichung
Ich denke, dass ich das System gerne häufig benutzen würde.	4,2	0,84
Ich finde das System unnötig komplex.	1,6	0,55

<sup>23</sup> Die Gesamtpunktzahl eines einzelnen ausgefüllten SUS-Fragebogens errechnet sich nach (Brooke, 1996) durch die Aufsummierung der Bewertungspunkte der Aussagen, multipliziert mit 2,5. Dabei werden die Skalenpunkte der Aussagen 1, 3, 5, 7, 9 um eins reduziert und die Punkte der Aussagen 2, 4, 6, 8, 10 von fünf abgezogen.

Ich denke, dass das System einfach zu benutzen ist.	4,2	0,45
Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um das System benutzen zu können.	2,0	1,41
Ich finde, dass die verschiedenen Funktionalitäten des Systems gut integriert wurden.	4,4	0,89
Ich denke, dass das System zu viele Inkonsistenzen enthält.	2,6	1,34
Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dem System sehr schnell lernen.	4,6	0,89
Ich finde, dass das System sehr umständlich zu benutzen ist.	2,0	1,41
Ich fühlte mich bei der Benutzung des Systems sehr sicher.	3,4	0,89
Ich musste zuerst einige Dinge lernen, bevor ich anfangen konnte, das System zu verwenden.	3,0	1,00

*Tabelle 2. Durchschnittliche Zustimmung der Probanden zu den Aussagen des System Usability Scale, jeweils in einer Skala von 1 bis 5, wobei 1 volle Ablehnung und 5 volle Zustimmung bedeutet.*

Wie den Einzelbewertungen zu entnehmen ist, müsste zum einen die anfängliche Lernkurve zur Benutzung des Systems verringert werden. Hier könnten weitere Instruktionsbeschriftungen und eine Dokumentenvorlage, wie schon bei der Expertenevaluation vorgeschlagen, helfen. Zum anderen sollte visuell verdeutlicht werden, welche Interaktionen möglich sind, um die Sicherheit bei der Benutzung zu erhöhen. Ein Teilnehmer schlägt dazu beispielsweise vor, zusätzliche Beschriftungen unter den Icons einzublenden, da deren Funktion am Anfang nicht ganz verständlich sei.

Wird aber die durchschnittliche Gesamtbewertung von 74 berücksichtigt, ist die Usability nach Sauro (Sauro, 2011) als überdurchschnittlich gut und nach Bangor et

al. (Bangor et al., 2008) als gut einzuordnen. Der Median entspricht nach Sauro sogar der Schulnote "sehr gut", welche ab dem Wert 80.3 erreicht wird. Die gute Bewertung ist dem iterativen Evaluationsprozess zu verdanken. Insbesondere durch die Expertenevaluation konnten offensichtlich die wichtigsten Usability-Probleme im System identifiziert und behoben werden. Sämtliche Probleme, die bei der Nutzung während der Usability-Inspection (Abschnitt 6.4.2) auftraten, konnten im abschließenden Usability-Test nicht wieder beobachtet werden. Vor allem das zuvor komplizierte Zuweisen von Aufgabennotizen zu Dokumentabschnitten und das verwirrende Verschieben von Abschnitten führten die Probanden ohne vorherige Demonstrationen problemlos durch.

Es wurden jedoch bei der Ausführung der Aufgaben folgende neue Usability-Probleme beobachtet:

- Mehrere Probanden haben Stichwörter zum geplanten Inhalt in den Aufgaben-Reiter geschrieben statt in den dafür vorgesehenen Inhalts-Reiter. Auch während der Expertenevaluation wurde bereits angemerkt, dass nicht zwischen Inhalts- und Aufgabennotizen unterschieden werden sollte. Es ist daher zu überprüfen, ob der Reiter für Inhaltsnotizen entfernt und dafür nur einen Reiter für alle möglichen Arten von Notizen benutzt werden soll.
- Bei der Stiftinteraktion wurde mehrfach ungewollt ein Rechtsklick ausgelöst, da der Stift zu lange auf einem Punkt aufsaß. Die Rechtsklickfunktionalität des Stiftes sollte daher deaktiviert werden, da ohnehin entweder eine Maus oder Fußpedale zur Verfügung stehen.
- Das Merken des Arbeitskontextes hat bei vier der fünf Probanden zu Verwirrung geführt. Die Teilnehmer konnten auf Nachfrage nicht erklären, weshalb die Miniaturansichten in den entsprechenden Abschnitten eingeblendet waren. Es wurde vermutet, dass es sich um die Dokumente der geplanten Zitate handelt, wobei sie allerdings erkannten, dass auch Dokumente enthalten waren, aus denen nicht zitiert wurde. Nach Aufklärung der Funktionsweise durch den Studienleiter wurde die Funktionalität zwar als praktisch, jedoch auch als schwer zu verstehen empfunden. Es ist daher der automatische Arbeitskontextmechanismus zu überdenken. Beispielsweise könnte das System nur die Dokumente berücksichtigen, aus denen tatsächlich Textpassagen entnommen wurden. Oder es wird ein Button angeboten, mit dem der Benutzer das Speichern des aktuellen Arbeitskontextes explizit auslöst.
- Der Dialog zum Erstellen eines neuen Kapitels scheint zwar nun verständlicher zu sein, führt jedoch immer noch zu Missverständnissen.

Zum einen verwirrten die Abbildungen der Gliederungsebenen einen Probanden, da diese jeweils als Beispiel eine Nummerierung enthielten, die nicht der tatsächlichen Nummer des erstellten Kapitels entsprach. Die Darstellungen sind identisch zu denen aus *Word*. Stattdessen sollten ggf. die tatsächlichen Nummerierungen errechnet und angezeigt werden. Zum anderen wurde nicht erwartet, dass die Kapitel immer ans Ende des Dokumentes eingefügt werden.

Als besonders hilfreich nannten die Befragten, wie schon in der Expertenbefragung, das Markieren von Textpassagen aus PDF-Dokumenten und das spätere Hineinziehen als Zitat. Zudem bezeichnet ein Befragter explizit das Ablegen und übersichtliche Anzeigen von Metainformationen zu den Abschnitten als sehr nützlich. Ein anderer Teilnehmer findet auch das Ablegen von Notizen mit den digitalen Haftzetteln praktisch, was jedoch ein anderer Proband als eine unnötige Funktionalität benennt. An Funktionalität vermisst wird die Möglichkeit zum Ablegen von Bildern, das Bearbeiten von Notizzetteln und Überschriften sowie das Erstellen von Unterabschnitten innerhalb des derzeit aktiven Dokumentabschnittes statt am Dokumentende. Außerdem merkt ein Befragter an, dass die gewählte Zitierweise einstellbar sein sollte, da er üblicherweise mit Fußnoten arbeitet.

## 7 Schlussfolgerung

Dieses Kapitel enthält eine Zusammenfassung dieser Arbeit und der gewonnenen Erkenntnisse. Anschließend werden Erweiterungsmöglichkeiten und weitere Forschungsfragen vorgeschlagen, die Gegenstand zukünftiger Arbeiten sein könnten.

### 7.1 Ergebnis der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung von Interaktionskonzepten, die die Erstellung von wissenschaftlichen Dokumenten nach Abschluss einer vorangegangenen Literaturrecherche an einem interaktiven Tisch unterstützen. Basierend auf der üblichen Vorgehensweise von Wissensarbeitern und dem Stand der Forschung wurden verschiedene Konzepte vorgestellt. Entstanden ist ein System bestehend aus einer interaktiven Tischoberfläche, vertikalem Monitor, elektronischem Stift und Post-WIMP User Interfaces. Das System ermöglicht unter Anwendung des Frameworks der *Blended Interaction* (Jetter et al., 2014), das Manuskript eines wissenschaftlichen Dokumentes nach Theisen (Theisen, 2011) an einem Schreibtisch mit realitätsnahen Interaktionen zu erarbeiten und Informationen zu strukturieren. Unterstützt werden die Erarbeitung einer Gliederung, die Planung von konkreten Inhalten, das Markieren von Textpassagen aus digitalen Quellen als geplante Zitate und das Ablegen von Aufgabennotizen.

Um zu untersuchen, ob und wie hilfreich das entwickelte System tatsächlich ist, wurden die Konzepte prototypisch umgesetzt. Durch eine mehrstufige Expertenevaluation wurden zum einen Maßnahmen zur Verbesserung der Usability des Prototyps definiert und zum anderen die Stärken und Schwächen des Systems identifiziert. So fanden erfahrene Wissensarbeiter einen Mehrwert in der Verwendung einer separaten Visualisierung des Dokumentes auf der horizontalen Fläche und schätzten den vielen Platz, den der Tisch bietet. Zudem regten die Experten verschiedene Erweiterungsmöglichkeiten an.

Nachdem die in der Expertenevaluation gefundenen Usability-Probleme behoben waren, wurde eine empirische Untersuchung in Form eines Usability-Testes durchgeführt. Ziel dieser Studie war zum einen eine Bewertung der Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen nach der Expertenevaluation und zum anderen die abschließende Beantwortung der folgenden Fragen:

- a. Ist die entwickelte Dokumentstrukturansicht auf einer horizontalen Fläche hilfreich im Prozess der Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit?
- b. Unterstützt das System die bevorzugte Arbeitsweise der Benutzer?
- c. Wie gut ist die Usability des entwickelten Systems?

Die Untersuchung mithilfe eines Fragebogens und semistrukturierten Interviews ergab, dass die horizontale Fläche insgesamt von Wissensarbeiten zwar als eher hilfreich angesehen wird, sie jedoch keinen erheblichen Nutzen in ihr sehen. Die separate Visualisierung des zu erstellenden Dokumentes mit der Möglichkeit, Metainformationen zu strukturieren, wird hingegen als sehr hilfreich eingestuft. Zudem konnte gezeigt werden, dass die übliche Arbeitsweise der Zielgruppenbenutzer unterstützt wird. Vier von fünf Befragten würden das System gerne zukünftig für die Erarbeitung ihrer Gliederung benutzen. Auch die Usability wird mit einem durchschnittlichen *System-Usability-Scale*-Wert von 74 als gut bewertet. Die deutliche Mehrheit der Probanden würde die Komponente jedoch lieber auf einem zweiten vertikalen Monitor als an einem interaktiven Tisch benutzen.

## 7.2 Zukünftige Arbeiten

Zunächst ist zu untersuchen, wie die in dieser Arbeit vorgestellten Konzepte optimal in ein System integriert werden können, welches den vollständigen Prozess des wissenschaftlichen Arbeitens in der *Blended Library* unterstützt. Eine mögliche Lösung ist die Erweiterung des *Integrative Workplace* (Gebhardt et al., 2014), der das Exzerpieren von sowohl digitalen als auch analogen Quellen an einem interaktiven Tisch ermöglicht. Ein mit diesem System erstelltes Exzerpt besteht aus einer Mind-Map. Selbst definierte Schlüsselbegriffe werden dabei mit Textpassagen verbunden, die aus den Quellen herausgezogen wurden (Abbildung 36).

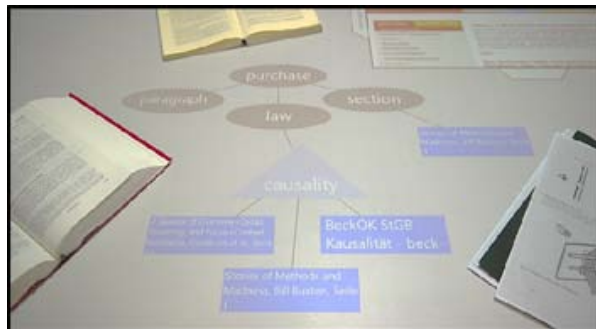


Abbildung 36. *Integrative Workplace*: Ergebnis einer Exzerption (Gebhardt et al., 2014).

Anstatt, wie in dieser Arbeit vorgeschlagen, Textpassagen aus PDF-Dokumenten in die Dokumentstrukturansicht zu ziehen, sollten die Äste der Mind-Map mit den hinterlegten Textpassagen verwendet werden können. Zum Hineinziehen in die Dokumentstruktur könnte die Technik *Drag-and-Pop* angewendet werden, so wie es für die Aufgabennotizen umgesetzt wurde (Abschnitt 5.5.2). Durch die Integration in den *Integrative Workplace* könnte auch der Nutzen des interaktiven Tisches gesteigert werden, da er dann weitere wichtige Funktionalitäten bietet.

Zudem bedarf es einer gezielten Evaluation der hybriden Stiftinteraktion, die in Abschnitt 5.2 vorgestellt, aber für die in dieser Arbeit durchgeführten Studien herausgenommen wurde. Durch eine empirische Evaluation sollte beantwortet werden, ob die relative Stifteingabe an einem interaktiven Tisch in Sachen Effizienz, Fehlerrate und Benutzervorlieben ein mindestens gleichwertiger Ersatz für eine konventionelle Maus ist. Hierzu könnte man eine Reihe an Versuchen durchführen, z.B. zum Messen der Geschwindigkeit bei Textmarkierungsaufgaben (Card et al., 1978) und der benötigten Zeit zum Zielen, Ziehen und Klicken (Matejka et al., 2009) sowie zur Bestimmung des *Index of Difficulty* (Fitts, 1954) durch den Einsatz standardisierter Methoden (Soukoreff & MacKenzie, 2004).

Des Weiteren ist zu beachten, dass sich ein großes horizontales Display gut zur gemeinschaftlichen Arbeit eignet, da es laut Buxton et al. den Austausch von Ideen und Diskussionen fördert (Buxton et al., 2000). Inkpen et al. bestätigen diese Beobachtung durch eine vergleichende Studie und heben die Vorteile von horizontalen und vertikalen Displays bezogen auf gemeinschaftliche Tätigkeiten hervor (Inkpen et al., 2005):

*A vertical display may be better for shorter, more focused tasks, while a horizontal display may be better for longer duration tasks that require more discussion.*

Diese Erkenntnis kann genutzt werden, um das vorliegende System so zu erweitern, dass gemeinschaftliche Aufgaben unterstützt werden. Ein mögliches Einsatzszenario ist die Erarbeitung eines Manuskriptes in einer Gruppe, z.B. wenn die zu erstellende wissenschaftliche Arbeit von mehreren Autoren stammt. So könnte jeder Autor einen eigenen elektronischen Stift erhalten. Die Dokumentstrukturansicht würde durch das Einblenden von Benutzerbildern anzeigen, welcher Benutzer Informationen in einen Dokumentabschnitt gezogen hat, sodass eine spätere Aufteilung der Verantwortlichkeiten einfacher fällt. Abbildung 37 zeigt, wie diese Idee umgesetzt werden könnte.





Abbildung 37. Darstellung von Beteiligungen bei mehreren Verfassern.

Gemäß den Designdomänen der *Blended Interaction* (Abschnitt 2.1.2) (Jetter et al., 2014) ist bei Systemen mit Gruppentätigkeiten auch die individuelle Interaktion mit dem System zu berücksichtigen. Dies könnte beispielsweise mit der Integration von Tablet-Geräten ermöglicht werden. Laut Gartner<sup>24</sup> wurden alleine im letzten Jahr weltweit über 195 Millionen solcher Geräte verkauft, was einem Wachstum von 62% gegenüber dem Vorjahr entspricht. Die Benutzer der am Tisch sitzenden Gruppe könnten jeweils ein eigenes Tablet verwenden, um digitale Literaturquellen zu lesen und auszuwerten. Individuell gefundene Textpassagen können dann als geplante Zitate in die Dokumentstrukturansicht auf dem von allen Benutzern geteilten Tisch gezogen werden. Dazu könnte die Interaktionstechnik *Hyper-Dragging* des *Shared Design Space* (Haller et al., 2006) benutzt werden, bei der das eigene Gerät an die Kante des interaktiven Tisches gelegt wird und die gewünschten Objekte dann vom Gerät auf den Tisch gezogen werden (Abbildung 38). Die individuelle Literaturrecherche auf dem Tablet könnten auch mit den Ideen von *SearchTogether* (Morris & Horvitz, 2007) und *CoSearch* (Amershi & Morris, 2008) erweitert werden, um eine

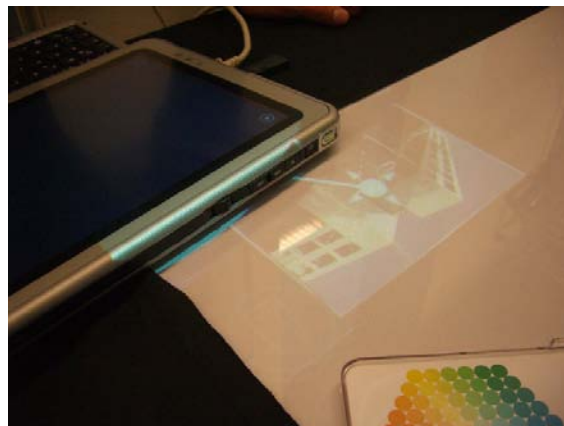


Abbildung 38. *Hyper-Dragging*: Ziehen von Objekten von einem Tablet auf den interaktiven Tisch (Haller et al., 2006).

<sup>24</sup> <http://www.gartner.com/newsroom/id/2674215> (abgerufen am 28.07.2014).

gemeinschaftliche Recherche zu ermöglichen, bei denen sich die Benutzer nicht im selben Raum befinden. Die Autoren würden sich dann nach Abschluss der Recherche am interaktiven Tisch treffen, um die Ergebnisse weiter zu diskutieren und mithilfe der Dokumentstrukturansicht zu strukturieren.

Darüber hinaus ist zu überlegen, welche Funktionalitäten die Dokumentstrukturansicht sinnvoll ergänzen können. Neben der Umsetzung der Ideen aus der Expertenevaluation (Abschnitt 6.4.3) muss es auch eine Möglichkeit geben, Bilder aus Literaturquellen ablegen und einfügen zu können. Dies könnte auf die gleiche Art wie bei zu übernehmenden Textpassagen realisiert werden. Dabei zieht der Benutzer ein Bild aus einem PDF-Dokument in die Dokumentstrukturansicht, welches als geplantes Zitat samt Quellenangaben hinterlegt wird. In der *Word*-Seitenleiste werden die Bilder in einer Miniaturansicht eingeblendet (Abbildung 39) und können in den Dokumentabschnitt hineingezogen werden. Das Bild erhält dann automatisch eine Beschriftung mit Zitatfeld zur Quelle.



Abbildung 39. Einbindung von Bildern.

Abschließend könnten die Autoren noch dabei unterstützt werden, die sprachliche Qualität der Arbeit mit geeigneten Visualisierungen zu überprüfen. Zum Beispiel lässt sich die Satzlänge eines Dokumentabschnittes mit der Methode des *Literature Fingerprinting* (Keim & Oelke, 2007) darstellen. Dabei wird jeder Satz durch eine farbige Kachel dargestellt, wobei die Farbe die Satzlänge kodiert. Dadurch lassen sich ungewöhnlich lange Sätze besser aufspüren, die dann gekürzt werden können, um die Leserlichkeit der Arbeit zu verbessern. Zudem werden ungewollte Änderungen des Schreibstiles sichtbar. Abbildung 40 zeigt ein Beispiel dieser Visualisierung anhand eines Papers.

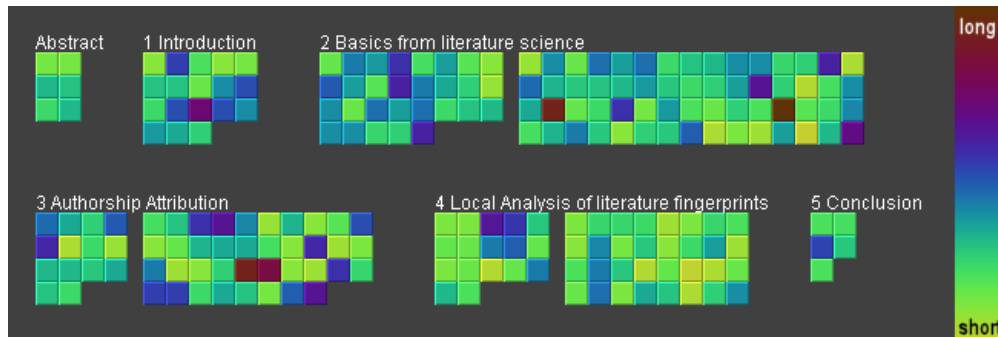


Abbildung 40. Visualisierung der Satzlängen eines Papers (Keim & Oelke, 2007).

Bei der Wahl der Farbkodierung könnten zusätzlich die Faktoren der Lesbarkeit nach Oelke et al. berücksichtigt werden (Oelke et al., 2012). Die Lesbarkeit eines Abschnittes wird dabei durch die durchschnittliche Wortlänge, Komplexität des Vokabulars, benutzte Nominalformen, Satzlänge und Satzstrukturkomplexität errechnet. Die Dokumentstrukturansicht könnte so erweitert werden, dass die Lesbarkeit nach diesen Faktoren in einem zusätzlichen Reiter der Detailansicht dargestellt wird. In Abbildung 41 ist eine mögliche Umsetzung zu sehen. Jeder Satz des Dokumentabschnittes wird mit einer Kachel repräsentiert, wobei die Kacheln entsprechend den Paragraphen des Abschnittes angeordnet sind. Die allgemeine Lesbarkeit des Satzes wird mit einer Farbe von Weiß (gut) über Blau (mittel) bis Rot (schlecht) angegeben. Drückt der Benutzer mit dem Stift auf eine Kachel, wird die Bewertung der einzelnen Faktoren eingblendet. Parallel wird der entsprechende Satz im *Word*-Dokument selektiert.

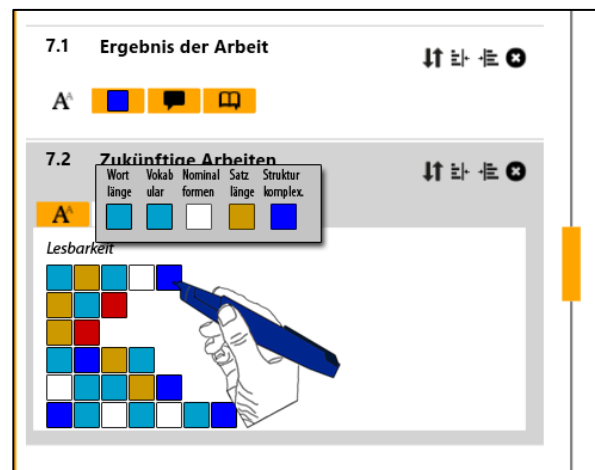


Abbildung 41. Bewertung der Lesbarkeit eines Abschnittes in der Dokumentstrukturansicht.

## Literaturverzeichnis

Amershi, S. & Morris, M. R., 2008. CoSearch: a system for co-located collaborative web search. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1647-1656.

Apte, A. & Kimura, T. D., 1993. A comparison study of the pen and the mouse in editing graphic diagrams. *Visual Languages, Proceedings 1993 IEEE Symposium on*, pp. 352-357.

Arai, T., Machii, K., Kuzunuki, S. & Shojima, H., 1995. InteractiveDESK: a computer-augmented desk which responds to operations on real objects. *CHI '95 Conference Companion on Human Factors in Computing Systems*, pp. 141-142.

Bangor, A., Kortum, P. T. & Miller, J. T., 2008. An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction* 24.6, pp. 574-594.

Baudisch, P. et al., 2003. Drag-and-pop and drag-and-pick: Techniques for accessing remote screen content on touch-and pen-operated systems. *Proceedings of INTERACT*, vol. 3, pp. 57-64.

Bias, R. G., 1994. The pluralistic usability walkthrough: coordinated empathies. In: *Usability inspection method*. s.l.:John Wiley & Sons, Inc., pp. 63-76.

Brandl, P. et al., 2008. Combining and measuring the benefits of bimanual pen and direct-touch interaction on horizontal interfaces. *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, pp. 154-161.

Brooke, J., 1996. SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, pp. 189-194.

Buxton, W., 1986. There's more to interaction than meets the eye: Some issues in manual input. *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction* 319, p. 337.

Buxton, W., 1990. A three-state model of graphical input. *INTERACT '90 Proceedings of the IFIP TC13 Third International Conference on Human-Computer Interaction*, pp. 449-456.

- Buxton, W., Fitzmaurice, G., Balakrishnan, R. & Kurtenbach, G., 2000. Large displays in automotive design. *Computer Graphics and Applications, IEEE 20.4*, pp. 68-75.
- Card, S. K., English, W. K. & Burr, B. J., 1978. Evaluation of mouse, rate-controlled isometric joystick, step keys, and text keys for text selection on a CRT. *Ergonomics 21.8*, pp. 601-613.
- Chalmers, A. F., Altstötter-Gleich, C. & Bergemann, N., 2007. *Wege der Wissenschaft - Einführung in die Wissenschaftstheorie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Davenport, T. H., Thomas, R. J. & Cantrell, S., 2002. The Mysterious Art and Science of Knowledge-Worker Performance. *MIT SLOAN MANAGEMENT REVIEW*, pp. 24-30.
- Fitts, P. M., 1954. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of experimental psychology 47.6*, p. 381.
- Forlines, C., Vogel, D. & Balakrishnan, R., 2006. HybridPointing: fluid switching between absolute and relative pointing with a direct input device. *UIST '06 Proceedings of the 19th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 211-220.
- Forlines, C., Wigdor, D., Shen, C. & Balakrishnan, R., 2007. Direct-touch vs. mouse input for tabletop displays. *CHI '07 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 647-656.
- Gebhardt, C., Oktober 2013. *Integrative Workplace - Employing Reality-based Interaction to join Digital and Analog Media at a Workplace*. s.l.:Universität Konstanz.
- Gebhardt, C., Rädle, R. & Reiterer, H., 2014. Integrative Workplace: Studying the Effect of Digital Desks on Users' Working Practices. In *Proc. CHI'14: Proceedings of the 32nd international conference extended abstracts on Human factors in computing systems, Work-In-Progress Session*.
- Grudin, J., 2001. Partitioning digital worlds: focal and peripheral awareness in multiple monitor use. *CHI '01 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 458-465.

Haller, M. et al., 2006. Shared Design Space: Sketching Ideas Using Digital Pens and a Large Augmented Tabletop Setup. In: *Advances in Artificial Reality and Tele-Existence*. s.l.:Springer Berlin Heidelberg, pp. 185-196.

Haller, M. et al., 2010. The NiCE Discussion Room: Integrating Paper and Digital Media to Support Co-Located Group Meetings. *CHI 10: Proceedings of the eight annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*.

Han, J. Y., 2005. Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. *Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 115-118.

Hardy, J., 2012. Experiences: a year in the life of an interactive desk. *DIS '12 Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference*, pp. 679-688.

Hartson, R. & Pyla, P. S., 2012. *The UX Book. Process and Guidelines for Ensuring a Quality User Experience*. Waltham, MA: Elsevier.

Hennecke, F., 2013. *Dissertation: Effekte und Potenziale eines gebogenen interaktiven Displays*, München: Ludwig-Maximilians-Universität München.

Hinrichs, U., Hancock, M. S., Collins, C. & Carpendale, S., 2007. Examination of Text-Entry Methods for Tabletop Displays. *Horizontal Interactive Human-Computer Systems, 2007. TABLETOP '07. Second Annual IEEE International Workshop on*, pp. 105-112.

Holzinger, A., 2005. Usability engineering methods for software developers. *Communications of the ACM 48.1*, pp. 71-74.

Hu, T.-T. et al., 2008. im-Top: An interactive multi-resolution tabletop system accommodating to multi-resolution human vision. *Horizontal Interactive Human Computer Systems, 2008. TABLETOP 2008. 3rd IEEE International Workshop on*, pp. 177-180.

Hutchins, E. L., Hollan, J. D. & Norman, D. A., 1985. Direct manipulation interfaces. *Human-Computer Interaction 1.4*, pp. 311-338.

Imaz, M. & Benyon, D., 2007. *Designing with blends: Conceptual foundations of human-computer interaction and software engineering methods*. s.l.:MIT Press.

Inkpen, K. et al., 2005. Exploring display factors that influence co-located collaboration: angle, size, number, and user arrangement. *Proc. HCI international, vol. 2005*.

Isenberg, P. et al., 2010. An exploratory study of co-located collaborative visual analytics around a tabletop display. *Visual Analytics Science and Technology (VAST), 2010 IEEE Symposium on*, pp. 179-186.

ISO/TC 159, 1998. *ISO 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability*. s.l.:International Organization for Standardization.

Jacob, R. J. et al., 2008. Reality-based interaction: a framework for post-WIMP interfaces. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 201-210.

Jetter, H.-C. et al., 2005. HyperGrid - Accessing Complex Information Spaces. *HCI UK 2005: People and Computers XIX - The Bigger Picture, Proceedings of the 19th British HCI Group Annual Conference 2005, Springer London*, pp. 349-364.

Jetter, H.-C. et al., 2011. Materializing the query with facet-streams: a hybrid surface for collaborative search on tabletops. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 3013-3022.

Jetter, H.-C., Reiterer, H. & Geyer, F., 2014. Blended Interaction: understanding natural human-computer interaction in post-WIMP interactive spaces. *Personal and Ubiquitous Computing 18.5*, pp. 1139-1158.

Keim, D. A. & Oelke, D., 2007. Literature fingerprinting: A new method for visual literary analysis. *Visual Analytics Science and Technology, 2007. VAST 2007. IEEE Symposium on*, pp. 115-122.

Keys, C. W., 1999. Revitalizing instruction in scientific genres: Connecting knowledge production with writing to learn in science.. *Science Education*, pp. 115-130.

Kidd, A., 1994. The marks are on the knowledge worker. *CHI '94 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 186-191.

Kleiner, E., Rädle, R. & Reiterer, H., 2013. Blended Shelf: Reality-based Presentation and Exploration of Library Collections. *In Proc. CHI'13: Proceedings*

*of the 31st international conference extended abstracts on Human factors in computing systems, Work-In-Progress Session.*

Koike, H., Sato, Y. & Kobayashi, Y., 2001. Integrating paper and digital information on EnhancedDesk: a method for realtime finger tracking on an augmented desk system. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 8.4, pp. 307-322.

Kuno, Y., Shizuki, B. & Tanaka, J., 2013. Long-Term Study of a Software Keyboard That Places Keys at Positions of Fingers and Their Surroundings. In: *Human-Computer Interaction. Towards Intelligent and Implicit Interaction*. s.l.:Springer Berlin Heidelberg, pp. 72-81.

Leitner, J. et al., 2009. Flux: a tilting multi-touch and pen based surface. *CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 3211-3216.

Lewis, C., 1982. *Using the "thinking-aloud" method in cognitive interface design*. s.l.:IBM TJ Watson Research Center.

Likert, R., 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.

MacKenzie, I. S., Sellen, A. & Buxton, W., 1991. A comparison of input devices in elemental pointing and dragging tasks. *Proceedings of ACM CHI '91 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 161-166.

Matejka, J., Grossman, T., Lo, J. & Fitzmaurice, G., 2009. The design and evaluation of multi-finger mouse emulation techniques. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1073-1082.

Matsushita, N. & Rekimoto, J., 1997. HoloWall: designing a finger, hand, body, and object sensitive wall. *Proceedings of the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 209-210.

Matulic, F. & Norrie, M. C., 2013. Pen and touch gestural environment for document editing on interactive tabletops. *ITS '13 Proceedings of the 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces*, pp. 41-50.

Morris, M. R., Brush, A. B. & Meyers, B. R., 2007. Reading revisited: Evaluating the usability of digital display surfaces for active reading tasks. *Horizontal Interactive Human-Computer Systems, 2007. TABLETOP '07. Second Annual IEEE International Workshop on*, pp. 79-86.



Morris, M. R., Brush, A. B. & Meyers, B. R., 2008. A field study of knowledge workers' use of interactive horizontal displays. *Horizontal Interactive Human Computer Systems, 2008. TABLETOP 2008. 3rd IEEE International Workshop on*, pp. 105-112.

Morris, M. R. & Horvitz, E., 2007. SearchTogether: an interface for collaborative web search. *Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 3-12.

Morris, M. R., Lombardo, J. & Wigdor, D., 2010. WeSearch: supporting collaborative search and sensemaking on a tabletop display. *Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work*, pp. 401-410.

Nielsen, J., 1992. Finding usability problems through heuristic evaluation. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 373-380.

Nielsen, J., 1994. *Usability Engineering*. s.l.:Elsevier.

Nielsen, J., 1994. Usability inspection methods. *Conference companion on Human factors in computing systems*, pp. 413-414.

Nielsen, J. & Landauer, T. K., 1993. A mathematical model of the finding of usability problems. *Proceedings of the INTERACT'93 and CHI'93 conference on Human factors in computing systems*, pp. 206-213.

Oelke, D., Spretke, D., Stoffel, A. & Keim, D. A., 2012. Visual readability analysis: How to make your writings easier to read. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on 18.5*, pp. 662-674.

Oviatt, S. et al., 2000. Designing the user interface for multimodal speech and pen-based gesture applications: state-of-the-art systems and future research directions. *Human-computer interaction 15.4*, pp. 263-322.

Pedersen, E. W. & Hornbæk, K., 2012. An experimental comparison of touch interaction on vertical and horizontal surfaces. *NordiCHI '12 Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design*, pp. 370-379.

Reiterer, H., Heilig, M., Rexhausen, S. & Demarmels, M., 2010. *Ein neuer Blick auf Bibliotheken, Idee der Blended Library - Neue Formen der Wissensvermittlung durch Vermischung der realen und digitalen Welt.* Wiesbaden: Dinges & Frick.

- Rekimoto, J., 2002. SmartSkin: an infrastructure for freehand manipulation on interactive surfaces. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 113-120.
- Rekimoto, J. & Saitoh, M., 1999. Augmented surfaces: a spatially continuous work space for hybrid computing environments. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 378-385.
- Robertson, G. et al., 2005. Large Display User Experience. *Computer Graphics and Applications, IEEE (Volume: 25, Issue: 4)*, pp. 44-51.
- Robertson, G. et al., 2004. Scalable Fabric: flexible task management. *AVI, Vol. 4*, pp. 85-89.
- Rogers, Y., Sharp, H. & Preece, J., 2011. *Interaction design: beyond human-computer interaction*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Ryall, K. et al., 2006. *Experiences with and observations of direct-touch tabletops*. Adelaide, s.n.
- Sauro, J., 2011. *Measuring Usability With The System Usability Scale (SUS)*. [Online]  
URL: <https://www.measuringusability.com/sus.php>  
[Zugriff am 6 August 2014].
- Schreiner, M., 2013. *Bachelor-Thesis: A zoomable topic-based browsing approach to support search and sense-making in on-line book repositories*. s.l.:University of Konstanz.
- Sears, A. & Shneiderman, B., 1991. High precision touchscreens: design strategies and comparisons with a mouse. *International Journal of Man-Machine Studies*, p. 593-613.
- Shen, C. et al., 2006. Informing the Design of Direct-Touch. *Computer Graphics and Applications, IEEE (Volume: 26, Issue: 5)*, pp. 36-46.
- Shneiderman, B., 1996. The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. *Visual Languages, 1996. Proceedings., IEEE Symposium on*, pp. 336-343.

- Siek, K. A., Rogers, Y. & Connelly, K. H., 2005. Fat finger worries: how older and younger users physically interact with PDAs. In: *Human-Computer Interaction-INTERACT 2005*. Berlin Heidelberg: Springer, pp. 267-280.
- Soukoreff, R. W. & MacKenzie, I. S., 2004. Towards a standard for pointing device evaluation, perspectives on 27 years of Fitts' law research in HCI. *International journal of human-computer studies* 61.6, pp. 751-789.
- Steimle, J., 2009. Designing pen-and-paper user interfaces for interaction with documents. *TEI '09 Proceedings of the 3rd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, pp. 197-204.
- Streitz, N. A. et al., 1999. i-LAND: an interactive landscape for creativity and innovation. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 120-127.
- Theisen, M. R., 2011. *Wissenschaftliches Arbeiten: Technik-Methodik-Form*. München: Theisen.
- Tuddenham, P. & Robinson, P., 2007. Tabletop Interfaces for Remote Document Review Meetings. *Proc. of the 2nd international Collaborating over Paper and Digital Documents workshop*.
- Van Dam, A., 1997. Post-WIMP user interfaces. *Communications of the ACM* 40.2, pp. 63-67.
- Voida, S., Mynatt, E. D., MacIntyre, B. & Corso, G. M., 2002. Integrating virtual and physical context to support knowledge workers. *Pervasive Computing, IEEE (Volume: 1, Issue: 3)*, pp. 73-79.
- Weiss, M., Voelker, S. & Borchers, J., 2009. BendDesk: Seamless Integration of Horizontal and Vertical Multi-Touch Surfaces in Desk Environments. *Adjunct Proceedings ITS 9*.
- Wellner, P., 1991. The DigitalDesk calculator: tangible manipulation on a desktop display. *Proceedings of the 4th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 27-33.
- Wigdor, D. et al., 2007. Living with a Tabletop: Analysis and Observations of Long Term Office Use of a Multi-Touch Table. *Horizontal Interactive Human-Computer Systems, 2007. TABLETOP '07. Second Annual IEEE International Workshop on*, pp. 60-67.

---

Wilson, A. D., 2005. PlayAnywhere: a compact interactive tabletop projection-vision system. *Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 83-92.

Wimmer, R. et al., 2010. Curve: Revisiting the Digital Desk. *NordiCHI '10 Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries*, pp. 561-570.

# Anhang

## A. Usability-Test: Begrüßungsschreiben

### Einverständniserklärung für die Teilnahme an einem Usability-Test

Projekt: Master-Projekt von Ingo Hofmann

#### I. Zweck Ihrer Teilnahme

Ihre Teilnahme an dieser Studie ermöglicht die Bewertung und Verbesserung des Systems.

#### II. Ablauf

Zunächst werden Sie gebeten, insgesamt sechs Aufgaben mit der Hilfe des vor Ihnen aufgebauten Systems zu lösen. **Wichtig ist, dass nicht Sie, sondern das System getestet wird!** Es geht nicht darum, die Aufgaben korrekt, schnell oder besonders gut zu bearbeiten. Stattdessen sollen Sie sich mit dem System vertraut machen, um es anschließend durch das Ausfüllen eines Fragebogens zu bewerten. Sie können sich so viel Zeit lassen wie Sie möchten, wobei ein Durchlauf in der Regel nicht länger als eine Stunde dauert. Sie können jederzeit Fragen an den Studienleiter stellen.

#### III. Zu lösende Aufgaben

- o Erstellen Sie auf dem interaktiven Tisch die Gliederung einer wissenschaftlichen Arbeit über ein beliebiges Thema mit mindestens fünf Gliederungspunkten. Bauen Sie beispielsweise die Gliederung Ihrer letzten Arbeit nach.
- o Verschieben Sie einen Unterabschnitt in ein anderes Kapitel.
- o Geben Sie für mindestens einen Gliederungspunkt an, welche Inhalte Sie planen und was für Aufgaben für später zu erledigen sind (z.B. "Weitere Recherche nötig"). Legen Sie dabei mindestens eine Aufgabe als digitalen Haftzettel auf dem Tisch an.
- o Auf dem Tisch befinden sich zudem zwei PDF-Dateien, deren Inhalte irrelevant sind: *Paper1.pdf* und *Paper2.pdf*. Nehmen Sie an, dass es sich hierbei um für Ihre Arbeit relevante Literaturquellen handelt. Weisen Sie diese Dateien zu Gliederungspunkten zu, in denen Sie später aus den Quellen zitieren würden. Beachten Sie, dass Sie sowohl eine ganze Datei als auch nur bestimmte Textabschnitte als Zitate zuweisen können.
- o Öffnen Sie eine beliebige Webseite mit *Mozilla Firefox* und weisen Sie eine Textpassage oder die Internetadresse als geplantes Zitat einem Gliederungspunkt zu.
- o Schreiben Sie am vertikalen Monitor einen Einleitungssatz in einem Abschnitt mit geplanten Zitaten und fügen eines der geplanten Zitate ein.

#### IV. Datenschutz

Alle während der Studie gesammelten Daten werden anonym gespeichert. Protokolle, die Ihren Namen enthalten, werden nach der Aufzeichnung anonymisiert. Lediglich diese Einverständniserklärung wird Ihren Namen enthalten und darf auf Anfrage Mitarbeitenden der Universität Konstanz vorgezeigt werden, sofern diese ein berechtigtes Interesse zur Einsicht haben.

#### V. Vergütung

Ihre Teilnahme wird mit 8 EUR pro Stunde vergütet. Die Auszahlung erfolgt in bar am Ende Ihrer Teilnahme.

#### VI. Rücktrittsmöglichkeit

Sie können diese Studie jederzeit ohne Angabe von Gründen abbrechen und diese Einverständniserklärung formlos widerrufen.

*Ich habe den Ablauf der Studie und die oben stehenden Bedingungen verstanden. Hiermit stimme ich die Teilnahme unter den genannten Bedingungen sowie der Verwendung der anonymisierten Daten zu Forschungszwecken zu.*

Name (In Druckschrift): \_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift: \_\_\_\_\_

## B. Usability-Test: Umfragebogen

Teilnehmer-ID:

**Fragebogen zum Usability-Test**

1) Was ist Ihr Geschlecht?

- Weiblich  
 Männlich

2) Welchen Studiengang belegen Sie?

--

**Über Ihre Arbeitsweise**

3) Wie viele wissenschaftliche Arbeiten (Seminararbeit, Thesis, ...) haben Sie bisher verfasst, einschließlich noch nicht fertiggestellter Arbeiten?

\_\_\_\_\_ Stück

4) Wie erarbeiten Sie üblicherweise Ihre anfängliche Gliederung?

- Mit Stift und Papier  
 Digital, direkt im finalen Dokument  
 Digital, in einem Literaturverwaltungsprogramm (Citavi, Mendeley, ...)  
 Sonstig: \_\_\_\_\_

5) Welche Art von Literaturquellen verwenden Sie mehrheitlich?

- Digitale (PDFs, Websites)  
 Analoge (Bücher, Magazine)  
 Beide Arten gleichermaßen

Teilnehmer-ID:

6) Falls Sie beim wissenschaftlichen Arbeiten einen zweiten Monitor benutzen, für was benutzen Sie ihn hauptsächlich? Falls Sie keinen zusätzlichen Monitor zur Verfügung haben, für was würden Sie ihn gerne benutzen?

- Um digitale Literaturquellen offen zu halten
- Um das zu schreibende Dokument in verschiedenen Ansichten parallel zu öffnen
- Für Unterhaltung (Musik, Social Media, Chats, etc.)
- Sonstiges: \_\_\_\_\_
- Ich habe keinen Bedarf für einen zweiten Monitor

7) Wie erstellen Sie dokumentspezifische Notizen, wie z.B. zum geplanten Inhalt oder zu erledigenden Aufgaben, wie: "dieser Absatz benötigt weitere Recherchen"?

- Ich schreibe die Notizen direkt in den Abschnitt und formatiere sie besonders
- Ich benutze die Kommentierungsfunktion meines Textverarbeitungsprogrammes
- Ich lege mir digitale Notizen in einem separaten Programm an
- Ich mache mir Notizen mit Stift und Papier
- Gar nicht, ich kann mir alles merken
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

Teilnehmer-ID:

### Zum System

8) Für wie hilfreich empfinden Sie die horizontale interaktive Fläche bei der Erstellung von wissenschaftlichen Arbeiten?

Sehr hilfreich      Unnötig

9) Für wie hilfreich empfinden Sie das gezeigte Tool (Dokumentstrukturansicht auf dem Tisch) bei der Erstellung von wissenschaftlichen Arbeiten?

Sehr hilfreich      Unnötig

10) Wie würden Sie gerne zukünftig Ihre Gliederung erstellen?

- Mit dem gezeigten System
- So wie ich es bisher mache

11) Wie würden Sie gerne zukünftig Ihre dokumentspezifischen Aufgaben verwalten?

- Mit dem gezeigten System
- So wie ich es bisher mache

12) In welchem Setting würden Sie am ehesten das gezeigte Tool zur Erarbeitung der Gliederung benutzen?

- So wie es gezeigt wurde: Interaktiver Tisch + vertikaler Monitor
- Arbeitsplatz mit zwei vertikalen Monitoren
- Laptop mit nur einem Display

13) Wie sehr müssten Sie Ihre übliche Vorgehensweise ändern, um mit dem gezeigten System arbeiten zu können?

Gar nicht      Erheblich



Teilnehmer-ID:

**Bewertung der Benutzbarkeit des Systems (System Usability Scale)**

	Stimme überhaupt nicht zu				Stimme voll zu
14) Ich denke, dass ich das System gerne häufig benutzen würde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
15) Ich finde das System unnötig komplex.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
16) Ich denke, dass das System einfach zu benutzen ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
17) Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um das System benutzen zu können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
18) Ich finde, dass die verschiedenen Funktionalitäten des Systems gut integriert wurden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
19) Ich denke, dass das System zu viele Inkonsistenzen enthält.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
20) Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dem System sehr schnell lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
21) Ich finde, dass das System sehr umständlich zu benutzen ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
22) Ich fühlte mich bei der Benutzung des Systems sehr sicher.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
23) Ich musste zuerst einige Dinge lernen, bevor ich anfangen konnte das System zu verwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5

### C. Inhalt der DVD

Die dieser Arbeit angefügte DVD enthält folgende Dateien und Dokumente:

- Digitale Kopie dieser Master-Thesis.
- Quelltexte des Prototyps.
- Expertenevaluation:
  - Protokolle.
  - Eine Videoaufzeichnung ( $T_5$ ).
- Usability-Test:
  - Protokolle.
  - Daten inkl. statistischer Auswertung des Fragebogens.
  - Videoaufzeichnung aller Sitzungen.